



TUGAS AKHIR - MN 141581

**PERANCANGAN APLIKASI BERBASIS ANDROID UNTUK
MONITORING KINERJA COATING APPLICATOR PADA
INDUSTRI KAPAL DENGAN PERANGKAT WEARABLE**

**Wisnu Adi Pratama
NRP 04111340000020**

**Dosen Pembimbing
Ir. Triwilaswadio Wuruk Pribadi, M.Sc.**

**DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018**



TUGAS AKHIR - MN 141581

**PERANCANGAN APLIKASI BERBASIS ANDROID UNTUK
MONITORING KINERJA COATING APPLICATOR PADA
INDUSTRI KAPAL DENGAN PERANGKAT WEARABLE**

**Wisnu Adi Pratama
NRP 04111430000020**

**Dosen Pembimbing
Ir. Triwilaswadio Wuruk Pribadi, M.Sc.**

**DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018**



FINAL PROJECT - MN 141581

**DESIGN OF ANDROID BASED APPLICATION FOR
COATING APPLICATOR PERFORMANCE MONITORING IN
SHIPBUILDING USING WEARABLE DEVICE**

**Wisnu Adi Pratama
NRP 04111340000020**

**Supervisor
Ir. Triwilaswadio Wuruk Pribadi, M.Sc.**

**DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2018**

LEMBAR PENGESAHAN

PERANCANGAN APLIKASI BERBASIS ANDROID UNTUK MONITORING KINERJA *COATING APPLICATOR* PADA INDUSTRI KAPAL DENGAN PERANGKAT WEARABLE

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Keahlian Industri Perkapalan
Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

WISNU ADI PRATAMA
NRP 0411134000020

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Dosen Pembimbing



Ir. Triwilaswadio Wuruk Pribadi, M.Sc.
NIP 19610914 198701 1 001

Mengetahui,

Kepala Departemen Teknik Perkapalan



Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.
NIP 19640210 198903 1 001

SURABAYA, JULI 2018

LEMBAR REVISI

PERANCANGAN APLIKASI BERBASIS ANDROID UNTUK MONITORING KINERJA *COATING APPLICATOR* PADA INDUSTRI KAPAL DENGAN PERANGKAT *WEARABLE*

TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tugas Akhir
Tanggal 05 Juli 2018

Bidang Keahlian Industri Perkapalan
Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

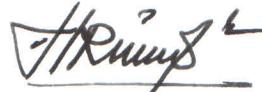
WISNU ADI PRATAMA
NRP 04111340000020

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

1. Septia Hardy Sujatanti, S.T., M.T.



2. Dr. Ir. Heri Supomo, M.Sc.



3. Sri Rejeki Wahyu Pribadi, S.T., M.T.



4. Imam Baihaqi, S.T., M.T.



Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

1. Ir. Triwilaswadio Wuruk Pribadi, M.Sc.



SURABAYA, JULI 2018

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas karunianya Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.

Pada kesempatan ini Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang membantu penyelesaian Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Ir. Triwilaswadio Wuruk Pribadi, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing atas bimbingan dan motivasinya selama penggerjaan dan penyusunan Tugas Akhir ini;
2. Dr.Ir. Heri Supomo, M.Sc., Septia Hardy Sujatanti, S.T., M.T., Sri Rejeki Wahyu Pribadi, S.T., M.T., Imam Baihaqi, S.T., M.T., Sufian Imam Wahidi, S.T., M.Sc., Muhammad Sholikhan Arif, S.T., M.T. selaku Dosen Pengujii yang telah memberikan kritik dan sarannya untuk perbaikan Laporan Tugas Akhir ini;
3. Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D. selaku Kepala Departemen Teknik Perkapalan;
4. Kedua Orang Tua yang senantiasa memberikan doa dan dukungannya untuk menyelesaikan tugas akhir ini;
5. Kakak, Adik, serta Sanak Saudara Penulis yang telah banyak memberikan dukungan mental pada penulisan tugas akhir ini;
6. PT. Adiluhung Saranasegara Indonesia dan PT. PAL Indonesia yang telah banyak memberikan bantuan untuk penyelesaian tugas akhir ini;
7. Teman-teman seperjuangan yang telah banyak memberikan bantuan dan dukungan untuk penyelesaian tugas akhir ini;
8. Teman-teman “SUBMARINE” yang telah menemani setiap malam dalam penggerjaan tugas akhir ini;
9. Teman-teman Shipbuilding Engineering 2013 yang telah memberikan bantuan, dorongan, dan semangat untuk penyelesaian tugas akhir ini;
10. Dan semua pihak yang telah memberikan dorongan positif kepada penulis baik langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan. Akhir kata semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Surabaya, Juli 2018

Wisnu Adi Pratama

PERANCANGAN APLIKASI BERBASIS ANDROID UNTUK MONITORING KINERJA *COATING APPLICATOR* PADA INDUSTRI KAPAL DENGAN PERANGKAT *WEARABLE*

Nama Mahasiswa : Wisnu Adi Pratama
NRP : 04111340000020
Departemen / Fakultas : Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan
Dosen Pembimbing : Ir. Triwilaswadio Wuruk Pribadi, M.Sc.

ABSTRAK

Sistem pengawasan pembangunan kapal di indonesia saat ini masih menggunakan cara konvensional, dimana memerlukan pengawas lapangan untuk mengawasi kinerja pekerja secara langsung. Oleh sebab itu diperlukan perancangan aplikasi berbasis android untuk monitoring kinerja *coating applicator* pada industri kapal dengan perangkat *wearable* yang dapat memonitoring kinerja *coating applicator* secara *real-time*. Dalam pengembangan sistem monitoring tersebut, telah didapatkan letak bagian tubuh yang dominan bergerak sebagai acuan peletakan posisi sensor berdasarkan observasi lapangan yang telah dilakukan. Hasil analisa dari observasi lapangan tersebut, diperoleh bagian tubuh yang signifikan bergerak yaitu pergelangan tangan bagian bawah dan bagian punggung bawah. Perancangan sistem monitoring kinerja dilakukan dengan *wearable device* berupa *microcontroller arduino* yang dilengkapi sensor *accelerometer* dan *gyroscope* yang mampu merekam jejak aktivitas yang dilakukan pengguna. Dari peneltian yang dilakukan, diperoleh *output* data sensor berupa grafik perbandingan hasil simulasi gerakan pengecatan benar dengan simulasi gerakan pengecatan salah. Data koordinat grafik tersebut dapat dijadikan sebagai *range* tolok ukur dalam menentukan aktivitas dari *coating applicator* tersebut sedang bekerja atau tidak dengan pola grafik yang konsisten dan memiliki nilai RMSE yang rendah jika dibandingkan dengan acuan data gerakan pengecatan yang benar. Apabila bentuk grafik dan nilai RMSE hasil perbandingan berbeda jauh dengan data simulasi benar, maka dapat disimpulkan pekerja tersebut sedang berpura-pura bekerja, sedang dalam kondisi letih atau sedang tidak bekerja dengan benar. Sistem monitoring menggunakan *arduino* berpotensi dapat dikembangkan lebih lanjut untuk kedepanya dimana *microcontroller* tersebut bersifat fleksibel dengan dapat ditambahkannya fitur sensor lain untuk membantu memonitoring pekerjaan pada galangan kapal. Sehingga sistem ini dapat diaplikasikan pada bidang perkapalan, namun terdapat *noise data* yang dihasilkan oleh pembacaan sensor yang disebabkan oleh gerakan tambahan yang dilakukan pekerja.

Kata kunci: Proses Pembangunan Kapal, Monitoring Kinerja, *Coating Applicator*, *Wearable Device*

DESIGN OF ANDROID BASED APPLICATION FOR COATING APPLICATOR PERFORMANCE MONITORING IN SHIPBUILDING USING WEARABLE DEVICE

Author : Wisnu Adi Pratama
Student Number : 04111340000020
Department / Faculty : Naval Architecture / Marine Technology
Supervisor : Ir. Triwilaswadio Wuruk Pribadi, M.Sc.

ABSTRACT

Shipbuilding supervisory system in indonesia currently still using conventional ways, where field supervisor requires to oversee workers performance directly. Therefore it needed android based application for monitoring performance of coating applicator in ship industry with wearable device that can monitor coating performance applicator in real-time. In development of monitoring system, it has been located the dominant body parts moves as a reference laying sensor position based on field observations that have been done. From the analysis that has been done, obtained a significant part of the body that is the lower part of the wrist and the lower back. Performance monitoring system design performed with wearable device form arduino microcontroller equipped sensor accelerometer and gyroscope able to record user activity trail. From the conducted research, the output of sensor data is obtained as graphic comparison of correct and false simulation of coating pattern. The graph coordinate data can be used as a range of benchmarks in determining the activity of the coating applicator is working or not with consistent graphic patterns and has a low RMSE value if compared with references of proper coating patter. If the result of graphic form and RMSE different from the correct simulation, it can be concluded that worker is pretending to work, in tired condition or not working properly. Monitoring system using arduino can be further developed where such microcontroller is flexible with other possible sensor feature to help monitor the work in the shipyard. The result of this Final Project shows that this system can be implemented in shipyard, but there is noise data generated by sensor caused by additional movements of the workers.

Keywords: Shipbuilding Process, Performance Monitoring, Coating Applicator, Wearable Device

DAFTAR ISI

LEMBAR REVISI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR SIMBOL	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.4 Manfaat.....	2
1.5 Hipotesis.....	2
BAB 2 STUDI LITERATUR	3
2.1 Gambaran Umum Cat.....	3
2.1.1 Jenis Cat.....	3
2.2 <i>Coating</i>	4
2.3 Proses dan Metode Pengecatan	6
2.3.1 <i>Surface Preparation</i>	7
2.3.2 <i>Painting Preparation</i>	9
2.4 Metode Pengecatan	11
2.4.1 Kuas	11
2.4.2 <i>Rolling</i>	12
2.4.3 <i>Conventional Spray</i>	12
2.4.4 <i>Airless Spray</i>	13
2.5 Jenis Cat	14
2.6 Sistem Pengecatan.....	16
2.7 Aplikasi	Error! Bookmark not defined.
2.7.1 Aplikasi Android	17
2.8 Perancangan	Error! Bookmark not defined.
2.9 <i>Wearable Device</i>	18
2.9.1 <i>Microcontroller Unit</i>	19
2.9.2 <i>IMU (Inertial Measurement Unit)</i>	21
2.9.3 <i>Smartwatch</i>	24
2.10 <i>Android Device</i>	26
2.11 <i>Device Sensors</i>	27
2.12 Monitoring Kinerja.....	29
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	31
3.1 Metode Penelitian.....	31
3.2 Alur Pengerjaan Tugas Akhir.....	33

3.2.1	Studi Literatur.....	33
3.2.2	Observasi Lapangan	34
3.3	Perancangan Alat.....	34
3.4	Bahan dan Peralatan	35
3.4.1	Komponen Utama Rangkaian.....	35
3.4.2	<i>Wifi Shield Esp 8266</i> dan Realisasi Alat	36
3.5	Penentuan Peletakan Sensor.....	37
3.6	Menentukan Kegiatan Pengambilan Data	37
3.7	Analisa Gerakan	39
3.8	Pengambilan Data	39
3.9	Analisa Data	40
3.10	Penyusunan Laporan Akhir.....	41
BAB 4	KONDISI EKSISTING GALANGAN	43
4.1	Kondisi Eksisting Monitoring <i>Coating applicator</i>	43
4.2	Sistem Pengawasan Pengecatan Bangunan Kapal Baru	43
4.2.1	Pihak Terkait dalam Pengecatan Kapal Baru	45
4.3	Pemeriksaan Pengecatan Bangunan Baru	47
4.4	Standar dan Proses Pengecatan Cat Kapal Bangunan Baru	50
4.4.1	<i>Preparation</i>	50
4.4.2	<i>Primary Surface Preparation</i>	50
4.4.3	<i>Shop Primer</i>	51
4.4.4	<i>Steelwork Preparation (Block Stage)</i>	51
4.4.5	<i>Steelwork Preparation (After Erection)</i>	51
4.4.6	<i>Second Surface Preparation</i>	52
4.4.7	Pengaplikasian <i>Coating</i>	52
4.4.8	Pemeriksaan Akhir	52
4.4.9	Proses Penyampaian Laporan.....	53
4.5	Pengawasan Kinerja dengan <i>Wearable Device</i>	53
4.5.1	<i>Manual Brushing</i> (Kuas)	53
4.5.2	<i>Manual Rolling</i>	54
4.5.3	<i>Automatic Airless Spray</i>	55
4.6	<i>Motion Capture Software</i>	56
4.6.1	<i>Iclone</i>	56
4.6.2	<i>Motion Capture</i>	57
4.7	Penentuan Lokasi Peletakan Sensor.....	58
4.7.1	Simulasi Gerakan.....	58
4.7.2	Analisa Gerakan	60
4.8	Pengawasan Kinerja	62
4.8.1	Alur Pengawasan Kinerja	63
4.9	Indikasi Pemeriksaan pada <i>Inspection and Test Plan</i>	64
4.10	Pengawasan <i>Owner Surveyor</i> (OS)	65
4.11	Pengawasan <i>Quality Control</i> (QC)	66
4.12	Pengawasan Pihak Ketiga (Subkontraktor).....	67
4.13	Sistem Pengawasan Pekerja Saat Ini	68
4.13.1	Penempatan Pekerja.....	68
4.13.2	Laporan Pengawasan	68
4.14	Kelemahan Pengawasan Pekerja Pembangunan Kapal Baru Saat Ini	69
BAB 5	PROGRAM APLIKASI.....	71
5.1	Penjelasan Umum Program Aplikasi	71

5.2	Instalasi <i>Software Arduino IDE</i>	71
5.3	Perancangan Bahasa Pemrograman pada <i>Arduino IDE</i>	73
5.3.1	Penentuan <i>Board Arduino IDE</i>	73
5.3.2	Penentuan <i>Port Arduino IDE</i>	74
5.3.3	<i>Sketch</i> (Program) <i>Arduino IDE</i>	75
5.4	Konektivitas dengan <i>Wireless Fidelity (WiFi)</i>	77
5.4.1	<i>Sketch Program WIFI SHIELD ESP 8266</i>	77
5.4.2	Hasil Serial Monitor <i>Sketch WiFi Shield ESP 8266</i>	78
5.5	Pengujian Alat Secara Keseluruhan	79
5.6	Sistem Validasi Data	81
5.7	<i>Real-Time Monitoring</i> dengan Aplikasi Web	81
BAB 6 ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN		87
6.1	Analisa Data dan Pembahasan	87
6.1.1	Hasil Percobaan	87
6.1.2	Analisa Grafik <i>Manual Brushing</i>	91
6.1.3	Analisa Grafik <i>Spraying</i>	100
6.2	Perbandingan Grafik <i>Manual Brushing</i> dan <i>Automatic Spraying</i>	103
6.2.1	Perbandingan Grafik Sensor <i>Accelerometer</i>	103
6.2.2	Perbandingan Grafik Sensor <i>Gyroscope</i>	104
6.3	Hasil Akhir Penelitian	105
6.3.1	Perbandingan Nilai RMSE Metode <i>Manual Brushing</i>	105
6.3.2	Perbandingan Grafik Simulasi Gerakan Benar dan Simulasi Gerakan Salah ..	105
6.3.3	Perbandingan Nilai RMSE Metode <i>Spraying</i>	108
6.3.4	Perbandingan Grafik Simulasi Gerakan Benar dan Simulasi Gerakan Salah ..	108
BAB 7 KESIMPULAN DAN SARAN		111
7.1	Kesimpulan.....	111
7.2	Saran.....	112
DAFTAR PUSTAKA		113
LAMPIRAN		
LAMPIRAN A DATA PEKERJA		
LAMPIRAN B SKETCH (PROGRAM) <i>ARDUINO UNO</i>		
LAMPIRAN C DATA HASIL OUTPUT MODULE SENSOR		
LAMPIRAN D GRAFIK HASIL OUTPUT MODULE SENSOR		
LAMPIRAN E VALIDASI DATA		
LAMPIRAN F SKETCH (PROGRAM) <i>WIFI SHIELD ESP 8266</i>		
LAMPIRAN G PERHITUNGAN NILAI RMSE		
BIODATA PENULIS		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Flowchart</i> Pengecatan Kapal Bangunan Baru untuk Struktur Lambung	7
Gambar 2.2 Hasil <i>Stripe Paint</i> dengan Kuas	11
Gambar 2.3 Pengecatan dengan <i>Roller</i>	12
Gambar 2.4 Penggunaan <i>Conventional Spray</i>	13
Gambar 2.5 Pengaplikasian <i>Airless Spray</i>	14
Gambar 2.6 Pembagian <i>Coating System</i>	17
Gambar 2.7 Skema <i>Microcontroller</i>	20
Gambar 2.8 Ruang Memori	21
Gambar 2.9 <i>Inertial Measurement Unit</i>	22
Gambar 2.10 <i>Euler Angels</i>	23
Gambar 2.11 <i>User Interface</i>	25
Gambar 2.12 Data <i>Recording</i>	25
Gambar 3.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir	32
Gambar 3.2 Skematik Rangkaian Alat (Fathurrahman, 2017)	34
Gambar 3.3 Komponen-Komponen Alat: (a) <i>Arduino Uno R3 (ATMEGA328-Assembled)</i> (<i>Arduino Uno R3 (ATMEGA328-Assembled</i> , 2018), (b) Sensor <i>Accelerometer</i> dan <i>Gyroscope</i> (<i>Sensor Module GY-9150 Gyroscope & Accelerometer</i> , 2018) dan (c) <i>Widi Shield Esp 8266 Module</i> (d Kabel <i>Jumper Male to Female Dupont for</i> <i>Arduino</i> (2018) (e) <i>USB 2.0 Cable Type A/B</i> (2018).....	36
Gambar 3.4 Hasil Realisasi Alat.....	36
Gambar 3.5 Diagram Penentuan Lokasi Peletakan Sensor	37
Gambar 3.6 Lokasi Modul Sensor Ke-1	38
Gambar 3.7 Lokasi Modul Sensor Ke-2	38
Gambar 3.8 Peletakan <i>Microcontroller Arduino</i>	38
Gambar 3.9 <i>Flowchart</i> Pengambilan Data	40
Gambar 4.1 Alur Proyek Pengecatan Kapal Bangunan Baru.....	44
Gambar 4.2 Pemeriksaan Pengecatan Bangunan Kapal Baru	49
Gambar 4.3 Diagram Proses Penyampaian Laporan <i>Coating</i>	53
Gambar 4.4 Penggunaan Metode <i>Manual Brushing</i>	54
Gambar 4.5 Penggunaan Metode <i>Manual Rolling</i>	55
Gambar 4.6 Penggunaan Metode <i>Automatic Airless Spray</i>	56
Gambar 4.7 <i>Motion Calibration</i>	57
Gambar 4.8 <i>Motion Calibration Finished</i>	57
Gambar 4.9 Pemilihan Device <i>software iPi Soft Recorder</i>	59
Gambar 4.10 Pengenalan <i>Background</i>	59
Gambar 4.11 <i>Recording Motion</i>	60
Gambar 4.12 Hasil Simulasi <i>iPi Recorder</i> Perubahan Gerakan pada Kegiatan <i>Brushing</i> dengan menggunakan Kuas: (a) gerakan pertama, (b) gerakan kedua, (c) gerakan ketiga.....	61
Gambar 4.13 Detail joint <i>iPi Mocap Studio</i>	62
Gambar 4.14 Alur Pelaksanaan Pekerjaan	65
Gambar 4.15 Skema Hubungan Kerja.....	67
Gambar 5.1 Proses Awal Instalasi <i>Arduino IDE</i>	71

Gambar 5.2 Proses Instalasi Berlangsung	72
Gambar 5.3 Menu <i>Install Driver USB Arduino</i>	72
Gambar 5.4 Tampilan <i>Sketch Arduino 1.6.9</i>	73
Gambar 5.5 Pengaturan <i>Board</i> pada <i>Arduino IDE</i>	74
Gambar 5.6 Pengaturan <i>Port</i> pada <i>Arduino IDE</i>	75
Gambar 5.7 <i>Sketch</i> (Program) <i>Arduino IDE</i>	75
Gambar 5.8 <i>Upload Sketch</i> (program).....	76
Gambar 5.9 <i>Sketch</i> Berhasil di <i>Upload</i>	77
Gambar 5.10 <i>WiFi Shield ESP 8266</i>	77
Gambar 5.11 <i>Sketch</i> <i>ESP 8266 WiFi Shield</i>	78
Gambar 5.12 Hasil <i>Serial Monitor Sketch WiFi Shield ESP 8266</i>	78
Gambar 5.13 IP Connection Hasil <i>Serial Monitor Sketch</i> (program) <i>WiFi Shield ESP 8266</i> ..	79
Gambar 5.14 Pengambilan Data pada <i>Arduino</i>	80
Gambar 5.15 Hasil Pengujian Alat.....	80
Gambar 5.16 Diagram Kerangka Dasar Aplikasi Web	81
Gambar 5.17 <i>Interface Register</i>	82
Gambar 5.18 Halaman <i>Login</i> Aplikasi Web	82
Gambar 5.19 <i>User Interface</i> Sensor <i>Accelerometer</i> Aplikasi Web.....	83
Gambar 5.20 <i>User Interface</i> Sensor <i>Gyroscope</i> Aplikasi Web.....	83
Gambar 5.21 Hasil <i>Print Out Data Microsoft Excel</i>	84
Gambar 5.22 Hasil <i>Print Out Data PDF</i>	85
Gambar 5.23 Tampilan Informasi Waktu secara <i>Real-Time</i>	85
Gambar 6.1 <i>Output</i> Data Sensor <i>Accelerometer</i> Metode <i>Manual Brushing</i> : (a) sumbu X, (b) sumbu Y, dan (c) sumbu Z	88
Gambar 6.2 <i>Output</i> Data Sensor <i>Gyroscope</i> Metode <i>Manual Brushing</i> : (a) sumbu X,.....	90
Gambar 6.3 <i>Output</i> Data Gerakan 1 pada Sensor Metode <i>Manual Brushing</i> : (a) sumbu X, (b) sumbu Y, dan (c) sumbu Z	92
Gambar 6.4 Pola Gerakan ke-1 <i>Manual Brushing</i> : (a) gerakan pertama, (b) gerakan kedua ..	93
Gambar 6.5 <i>Output</i> Data Gerakan 2 pada Sensor Metode <i>Manual Brushing</i> : (a) sumbu X, (b) sumbu Y, dan (c) sumbu Z	94
Gambar 6.6 Pola Gerakan <i>Brushing</i> 2: (a) gerakan pertama, (b) gerakan kedua ..	95
Gambar 6.7 <i>Output</i> Data Sensor <i>Accelerometer</i> Metode <i>Automatic Spraying</i> : (a) sumbu X,.	97
Gambar 6.8 <i>Output</i> Data Sensor <i>Gyroscope</i> Metode <i>Automatic Spraying</i> : (a) sumbu X, ..	98
Gambar 6.9 <i>Output</i> Data Gerakan 1 pada Sensor Metode <i>Automatic Spraying</i> : (a) sumbu X, (b) sumbu Y, dan (c) sumbu Z.....	101
Gambar 6.10 Pola Gerakan <i>Automatic Spraying</i> : (a) gerakan pertama, (b) gerakan kedua..	102
Gambar 6.11 Perbandingan <i>Ouput</i> Grafik Sensor <i>Accelerometer</i> Metode <i>Brushing</i> dan <i>Spraying</i>	103
Gambar 6.12 Perbandingan <i>Ouput</i> Grafik Sensor <i>Gyroscope</i> Metode <i>Brushing</i> dan <i>Spraying</i>	104
Gambar 6.13 Perbandingan <i>Ouput</i> Grafik Sensor <i>Accelerometer</i> Metode <i>Brushing</i> Data Benar Vs Data Salah	105
Gambar 6.14 Perbandingan <i>Ouput</i> Grafik Sensor <i>Gyroscope</i> Metode <i>Brushing</i> Data Benar Vs Data Salah.....	106
Gambar 6.15 Perbandingan <i>Ouput</i> Grafik Sensor <i>Accelerometer</i> Metode <i>Brushing</i> Data Benar Vs Data Salah	108
Gambar 6.16 Perbandingan <i>Ouput</i> Grafik Sensor <i>Gyroscope</i> Metode <i>Brushing</i> Data Benar Vs Data Salah.....	109

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tingkat Kebersihan Material.....	8
Tabel 2.2 <i>Supported Sensors Types</i>	28
Tabel 6.1 Data Sampel Pengujி	87
Tabel 6.2 Hasil <i>Output</i> Modul sensor 1 dan 2	90
Tabel 6.3 Hasil <i>Output</i> Modul Sensor 1 dan 2	99
Tabel 6.4 Rekapitulasi Nilai Sumbu dari Setiap Kegiatan Modul Sensor <i>Gyroscope</i>	102
Tabel 6.5 Rekapitulasi Nilai Sumbu dari Setiap Kegiatan Modul Sensor <i>Accelerometer</i>	102
Tabel 6.6 Hasil Perbandingan Nilai RMSE <i>Accelerometer</i> (<i>Root Mean Squared Error</i>) pada Simulasi Benar dengan Simulasi Salah Kegiatan <i>Manual Brushing</i>	107
Tabel 6.7 Hasil Perbandingan Nilai RMSE <i>Gyroscope</i> (<i>Root Mean Squared Error</i>) pada Simulasi Benar dengan Simulasi Salah Kegiatan <i>Manual Brushing</i>	107
Tabel 6.8 Hasil Perbandingan Nilai RMSE <i>Accelerometer</i> (<i>Root Mean Squared Error</i>) pada Simulasi Benar dengan Simulasi Salah Kegiatan <i>Spraying</i>	110
Tabel 6.9 Hasil Perbandingan Nilai RMSE <i>Gyroscope</i> (<i>Root Mean Squared Error</i>) pada Simulasi Benar dengan Simulasi Salah Kegiatan <i>Spraying</i>	110

DAFTAR SIMBOL

Q	= Heat input bersih (Watt)
η	= Koefisien dari efisiensi las
U	= Tegangan yang digunakan pada saat pengelasan (Volt)
I	= Besarnya arus listrik yang digunakan (Ampere)
q_e	= Heat flux (Watt/m ²)
A_f	= Luas area pembebanan yang dihasilkan dari proses pengelasan (m ²)
A_e	= Luas area elektroda yang digunakan (m ²)
λ	= Koefisien dari konduktifitas panas, (J.m ⁻¹ .s ⁻¹ .K ⁻¹)
q_2	= <i>Heat flow density</i> (J.m ⁻² .s ⁻¹)
$\partial T / \partial n$	= Gradien dari temperatur (K.m ⁻¹)
C	= Specific heat capacity (J.kg ⁻¹ .K ⁻¹)
ρ	= Massa jenis material (kg.m ⁻³)
q_3	= Volume jenis dari sumber panas (W.m ⁻³)
α	= Difusi termal, (m ² .s)
J	= Masukan panas = $\frac{60EI}{V}$ (Joule/cm)
T	= Suhu di daerah HAZ (°C)
T_0	= Suhu mula material las (°C)
t	= Tebal material las (mm)
ε	= Regangan
E	= Modulus Young
σ^I	= Tegangan dalam orde 1
σ^{II}	= Tegangan dalam orde 2
σ^{III}	= Tegangan dalam orde 3
σ	= Tegangan sisa yang terjadi
σ_x	= Tegangan tegak lurus garis las
σ_y	= Tegangan searah garis las
ε_x	= Regangan tegak lurus garis las
ε_y	= Regangan searah garis las
v	= Angka perbandingan poison
τ	= Tegangan geser
F_s	= Gaya (N)
A_s	= Luas bidang geser (m ²)
G	= Modulus geser
γ	= Regangan geser
M_0	= Momen bending
Q_o	= Gaya geser
Ω	= Angular distortion
w	= Distorsi
σ_y	= Tegangan yield

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pada era globalisasi seperti sekarang ini, perkembangan ilmu teknologi mengalami suatu perubahan dari generasi ke generasi yang diakibatkan oleh keinginan manusia yang menuntut kemudahan dalam mengerjakan segala kegiatanya. Para peneliti berusaha agar kedepannya teknologi tersebut mempunyai kemampuan besar dalam menjalankan tugasnya sebagai mesin pembantu manusia dalam menyelesaikan tugasnya secara spesifik. Banyak terobosan pada bidang teknologi yang telah diciptakan saat ini, salah satunya adalah perangkat *wearable device*.

Wearable device adalah sebuah perangkat yang dapat digunakan pada bagian tubuh manusia yang berhubungan dengan operasi komputer dan teknologi terkini, serta menggunakan prinsip teknologi yang dapat dipakai juga di implementasikan dalam kehidupan sehari-hari berdasarkan estetika dan juga fungsinya masing-masing yang memiliki sistem operasi di dalamnya yang dapat terhubung dengan internet dan perangkat elektronik lain.

Perkembangan signifikan mulai merambah pada teknologi *wearable device* yang saat ini sudah ada beberapa dibekali fitur-fitur canggih, diantaranya adalah fitur penelusur aktivitas. Dengan fitur ini, kita dapat menelusuri aktivitas-aktivitas yang kita lakukan selama memakai jam tangan tersebut. Hal ini dikarenakan *wearable device* dibekali sensor-sensor yang mampu memonitor pergerakan-pergerakan si pengguna *wearable device* secara *real-time*.

Dalam proses pembangunan kapal baru tidak terkecuali reparasi kapal terdapat permasalahan yang dapat menyebabkan keterlambatan penyelesaian pekerjaan kapal. Salah satunya adalah faktor efektifitas dan kinerja para pekerja. Sebagai contoh dapat kita lihat pada efektifitas dan kinerja *coating applicator*. Selain itu, proses monitoring untuk para pekerja seperti *coating applicator* pada saat ini belum berjalan maksimal. Sistem pengawasan pembangunan kapal di Indonesia saat ini masih menggunakan cara konvensional, dimana membutuhkan pengawas lapangan untuk mengawasi kinerja pekerja secara langsung. Oleh sebab itu diperlukan Perancangan Aplikasi Berbasis Android Untuk Monitoring Kinerja *Coating Applicator* Pada Industri Kapal Dengan Perangkat *Wearable* yang dapat memonitoring kinerja *coating applicator* secara *real-time*.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka pengerajan tugas akhir ini menitik beratkan pada pembahasan:

1. Bagaimana sistem monitoring kinerja pekerjaan terhadap *coating applicator* saat ini?
2. Bagaimana cara mengembangkan sistem monitoring kinerja *coating applicator* dengan memanfaatkan teknologi *wearable device*?
3. Apakah sistem monitoring kinerja terhadap *coating applicator* yang dirancang dapat aplikasikan pada industri perkapalan?

1.3 Tujuan

Tujuan yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Analisa kondisi *eksisting* sistem monitoring kinerja pekerjaan *coating applicator*.
2. Merancang sistem *monitoring* kinerja *coating applicator* dengan teknologi *wearable*.
3. Melakukan uji validitas sistem untuk monitoring kinerja *coating applicator* agar dapat diaplikasikan pada industri perkapalan.

1.4 Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka pengerajan tugas akhir ini menitik beratkan pada pembahasan:

1. Pekerjaan yang diteliti adalah kinerja pekerjaan *coating applicator*.
2. *Wearable device* yang digunakan adalah *smartwatch* dan *microcontroller arduino uno*.
3. Metode Pengecatan yang diteliti adalah *Manual Brushing* dan *Automatic Spraying*.
4. Sampel pekerja *coating applicator* pada galangan yang sedang melakukan pembangunan kapal baru.

1.4 Manfaat

Dari Tugas Akhir ini, diharapkan dapat diambil manfaat sebagai berikut :

- a. Secara Akademis, diharapkan dari pembuatan tugas akhir ini adalah dapat memberi wawasan baru dan untuk menggali lebih dalam mengenai pemanfaatan teknologi *wearable device* dalam bidang perkapalan yang lainnya.
- b. Secara Praktis, diharapkan membantu pekerjaan monitoring kinerja *coating applicator* menjadi lebih praktis.

1.5 Hipotesis

Perancangan sistem aplikasi dengan *wearable device* mampu memberikan data monitoring kinerja *coating applicator* pada pengawas sehingga dapat diterapkan dalam pembangunan kapal.

BAB 2

STUDI LITERATUR

2.1 Gambaran Umum Cat

Secara umum cat atau *coating* yang sering digunakan diatas kapal terdiri dari beberapa jenis cat antara lain *alkyd*, *silicon*, *epoxy*, *polyurethane* dimana masing masing cat mempunyai kandungan *additive* yang berbeda, aplikasi yang berbeda dan juga jenis tiner yang dianjurkan juga berbeda. Agar pemakaian *coating* lebih maksimal hendaknya rujukan dari pabrikan dipelajari terlebih dahulu sehingga kesalahan pemakaian dapat dihindari. Tahapan ini harus dilakukan dengan benar karena penerapan *coating* yang salah berpengaruh pada umur cat dan biaya operasional kapal tersebut. Pengecatan kapal dalam bahasa dunia *coating* dikenal dengan sebutan *marine coating*, *marine paint* atau *ship coating*. *Marine coating* memiliki fungsi untuk melindungi bagian kapal agar terhindar dari korosi dalam jangka waktu yang cukup lama. Sifat proteksi pada cat kapal sangat diutamakan mengingat kapal terus menerus berhadapan dengan air laut yang mengandung garam yang sangat tinggi (NaCl), disamping itu cat kapal sendiri juga berhadapan langsung dengan cuaca yang bermacam-macam, seperti hujan, panas dan dingin. Kombinasi resin dan pigmen serta *additive* dalam material cat kapal mempunyai sifat atau karakteristik yang sangat baik (Ardianto & Pratikno, 2017).

2.1.1 Jenis Cat

Jenis cat yang digunakan dalam pengecatan kapal digolongkan menjadi beberapa bagian yaitu berdasarkan pelarut, berdasarkan *binder*, dan berdasarkan *filler*.

1. Berdasarkan Pelarutnya
 - Cat minyak, menggunakan minyak sebagai bahan pelarut.
 - Cat tiner, menggunakan tiner sebagai bahan pelarut utama.
 - Cat air, menggunakan air sebagai pelarut.
2. Berdasarkan *Binder*
 - *Alkyd*, menggunakan resin *alkyd* sebagai *binder*. Kurang tahan terhadap cuaca, abrasi namun mempunyai penampilan warna baik. *Alkyd* umumnya digunakan pada ruangan kapal.

- *Polyurethane*, menggunakan resin *polyurethane* sebagai *binder*. Tahan cuaca, abrasi & daya tahan warna lebih baik dari *epoxy*. Digunakan di luar akomodasi, *main deck*, pipa-pipa di dek.
- *Epoxy*, menggunakan resin *epoxy* sebagai *binder*. Tahan cuaca, abrasi dan biasa digunakan untuk pengecatan dalam tangki, palka, gudang / *store*.
- *Silicon*, menggunakan resin *silicon* sebagai *binder*, mempunyai sifat elastis & tahan panas dan tepat digunakan untuk bahan-bahan yang cenderung panas seperti pipa *steam*, bagian-bagian *boiler*, cerbung. Beberapa jenis cat berbahan dasar *silicon* memiliki ketahanan panas lebih dari 500 derajat C.
- *Nitrocellulose / NC*, menggunakan resin *nitrocellulose* sebagai *binder*. Banyak digunakan untuk cat kayu.
- Melamin, menggunakan resin melamin sebagai *binder* dan banyak diaplikasikan untuk kayu.

3. Berdasarkan *Filler*.

- Cat *zinc chromate*, menggunakan *filler zinc chromate* sebagai bahan utama.
- Cat anorganik, menggunakan *pigment anorganic*.
- Cat organik, menggunakan pigmen *organic*.

2.2 *Coating*

Coating merupakan bentuk pelapisan yang diterapkan pada permukaan suatu benda kerja yang mana bisa berbentuk logam maupun kayu. Tujuan dari penerapan lapisan bisa jadi sebagai dekoratif, fungsional, atau keduanya. Pelapisan terdiri dari 2 jenis, yaitu *liquid coating* dan *concrete coating*. *Liquid coating* biasanya berupa *painting* (pengecatan), sedangkan *concrete coating* adalah pelapisan dengan menggunakan beton. Cat adalah pelapis yang kebanyakan memiliki kegunaan ganda untuk melindungi permukaan suatu benda. Selain berfungsi sebagai dekoratif, pelapisan dengan menggunakan cat juga berfungsi sebagai media anti korosi yang melindungi permukaan benda semacam pipa-pipa pada pabrik maupun pada badan kapal. Selain itu, *coating* juga memberikan gaya apung negatif (*negative buoyancy force*), memberikan fungsi *anti-slip* pada permukaan substrat dan beberapa fungsi lainnya. Pada umumnya *coating* mengandung empat bahan dasar, yaitu pengikat (*binder*), zat pewarna (*pigment*), pelarut (*solvent*), dan *additive* (Holmberg, K. & Matthews, A. 2010).

a) Pengikat (*Binder*)

Binder merupakan unsur utama pada cat yang mana berfungsi sebagai pengikat antar komponen-komponen cat. *Binder* ketika mengikat akan membentuk matriks. Matriks akan terbentuk pada saat pelapisan, dan fase polimer pada resin. Matriks ini akan berkelanjutan sampai semua komponen lain dapat dimasukan. Kandungan *binder* mempunyai pengaruh langsung terhadap kemampuan cat. Pengaruh langsung tersebut antara lain:

- Kekerasan
- Ketahanan *Solvent*
- Ketahanan terhadap Cuaca

Dalam satu cat terdapat dua atau lebih pengikat yang dapat dikombinasikan pada lapisan yang melekat pada material. Kandungan *binder* yang berlebih itu untuk membuat lapisan pelindung pada substrat, resin atau pengikat yang harus dikonversikan dari keadaan cair ke keadaan padat sehingga dapat melekat dan melindungi permukaan. Dalam berbagai jenis *coating* terdapat banyak *binder* yang telah dikenal di dalam industri maritim khususnya. Berikut nama-nama *binder* tersebut:

- *Alkyd*
- *Vinyl*
- Resin Alam
- *Epoxy*
- *Urethane*

b) Zat Pewarna Pigmen

Pigmen merupakan suatu zat yang salah satu fungsinya sebagai pemberi warna pada *coating*. Bahan pewarna dan pigmen terlihat berwarna karena mereka menyerap panjang gelombang tertentu dari cahaya. Fungsi dari pigmen sendiri antara lain sebagai estetika keindahan, dan mempengaruhi ketahanan korosi dan sifat fisika dari *coating* itu sendiri. Zat pewarna pigmen dapat dikelompokkan menjadi 2 yaitu pigmen organik dan inorganik. Berikut uraian dari 2 kelompok pigmen tersebut:

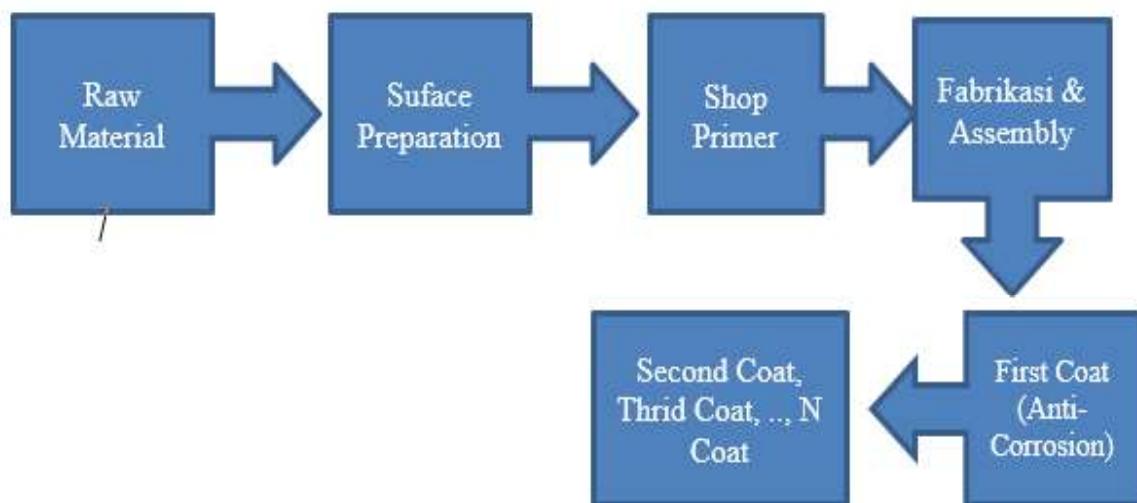
- Pigmen organik merupakan zat warna yang dibuat oleh manusia atau disebut pewarna sintetik. Contoh pigmen organik antara lain *Pigment Red 21*, *Lithol Rubine BK*

- Pigmen anorganik berasal dari material yang mengalami oksidasi atau perkaratan jika pada besi. Contoh pigmen inorganik adalah besi oksida.
- c) Zat Pelarut (*Solvent*)
- Pelarut (*solvent*) berfungsi untuk melarutkan *binder* dan juga untuk mengubah kekentalan atau viskositas suatu larutan. Pelarut yang memiliki nilai tekanan uap yang tinggi sehingga proses penguapanya begitu cepat disebut dengan *fast* atau *hot solvent*. Sedangkan pelarut yang lambat dalam proses penguapan disebut *slow solvent*. Laju penguapan mempengaruhi sifat-sifat *coating* dan beberapa cacat dapat disebabkan karena ketidak cocokan dalam pemilihan pelarut. Jika pelarut yang tidak cocok dicampurkan maka beberapa efek yang akan muncul diantaranya adalah *coating* tidak bisa membentuk lapisan halus dan kontinu, *coating* mengalami kekerasan yang begitu cepat, dan tidak bisa bersatunya antara material dengan cat.
- d) *Additive*
- Additive* adalah senyawa-senyawa kimia yang biasanya ditambahkan dalam jumlah sedikit, namun sangat mempengaruhi sifat-sifat pelapisan. Tingkat penggunaan *additive* tidak melebihi 1 atau 2%, dan tingkat total semua *additive* dalam formulasi tidak melebihi 5% dari total produk. Berbagai tipe bahan yang ditambahkan pada cat dalam jumlah yang kecil untuk meningkatkan kemampuan cat sesuai dengan tujuan atau aplikasi cat. Bahan-bahan yang termasuk *additive* adalah surfaktan, alat anti endapan (*anti-settling agent*), alat pencampur (*coalescing agents*), alat tahan pengulitan (*anti-skimming agents*), katalis, *defoamers*, penyerapan cahaya *ultraviolet* (*ultraviolet light absorbers*), alat dispersi, bahan pengawet (*preservatives*), dan pengering (*driers*).
- e) *Extender*
- Fungsinya sama dengan *additive*, yaitu memperbaiki sifat-sifat cat. Bahan *extender* ini berbentuk padat yang biasanya dipergunakan untuk membantu cara kerja pigmen, misalnya *barite*, *talc*, senyawa CaCO_3 , dan lain-lain.

2.3 Proses dan Metode Pengecatan

Pengecatan badan kapal berguna untuk melindungi kulit kapal dari proses pengkaratan dan juga binatang laut, karena hampir semua material penyusun kapal adalah pelat baja. Mengingat daerah kerja kapal adalah di laut maka sifat baja reaktif terhadap korosi. Kapal sebagai alat transportasi air laut juga sangat rentan terhadap kerusakan yang pada umumnya disebabkan oleh tumbuhan atau binatang laut yang menempel pada badan kapal yang tercelup air. Oleh sebab itu, sebelum melakukan pengerjaan pengecatan terlebih dahulu material yang

akan dicat harus bersih dari kotoran-kotoran minyak, debu, dan kontaminan yang lain. Proses persiapan dan pengecatan harus dilakukan sesuai dengan urutan agar hasil yang didapatkan sesuai dengan standrad (Berendsen, 1989). Gambar 2.1 ditunjukkan urutan proses pengecatan kapal bangunan baru untuk bagian struktur lambung.



Gambar 2.1 *Flowchart* Pengecatan Kapal Bangunan Baru untuk Struktur Lambung.

2.3.1 *Surface Preparation*

Pekerjaan utama yang dilakukan pada tahap ini adalah *blasting*, dengan kegunaan utama menghilangkan kontaminasi atau pencemaran dari dasar menghapus rekat erat, tahan kimia, kotoran serta berguna untuk menyiapkan permukaan dengan jalan menaikkan tingkat kekasaran sehingga pengecatan menjadi efektif. Urutan pengecatan kapal bangunan baru diawali dengan tahap *surface preparation* atau *surface treatment*. *Surface preparation* ini adalah proses menghilangkan semua kotoran dari permukaan material yang dapat mengganggu daya rekat *coating* atau dapat membuat *coating* terkelupas. Selain menghilangkan kotoran, *surface preparation* juga berfungsi untuk menghilangkan karat, *mill scale*, *surface defect* seperti sisa pengelasan dan permukaan yang tajam yang dapat menyebabkan *coating* rusak. Ada beberapa faktor yang perlu di perhatikan saat melakukan pembersihan permukaan material, antara lain (Hudson, 1982):

1. Kebersihan (*Cleanliness*)

Kebersihan dari material merupakan salah satu faktor yang harus diperhatikan dalam melakukan *surface preparation*. Dalam membersihkan material uji, material uji yang dibersihkan harus bersih dari kontaminasi minyak, oksida, karat, debu, *mill scale*, dll. Pembersihan ini dilakukan untuk membuat lapisan *coating* yang bersentuhan langsung dengan material akan lebih mengikat, karena kekasaran yang ada pada material

membuat cekungan cekungan dimana cat akan memenuhi daerah itu dan menjadi lebih lekat. Tingkat kebersihan yang ada pada ISO 8501-1 di bagi menjadi 5 tingkatan. Mulai dari tingkatan yang paling tinggi yaitu white metal hingga yang paling rendah yaitu menggunakan hand power tool. Selain ISO juga ada salah satu standart dari Amerika yaitu American SSPC-SP yang memiliki tingkat lebih banyak. Tingkatan yang dimiliki oleh SSPC-SP adalah 10 tingkatan yang mana akan diambil 5 yang sama dengan ISO 8501-1, yang di tunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Tingkat Kebersihan Material

Dekripsi	American SSPC- SP	ISO 8501-1
White Metal	SSPC - SP 5	Sa 3
Near White Metal	SSPC - SP 10	Sa - 2
Commercial Blast	SSPC - SP 6	Sa 2
Power Tool Cleaning	SSPC - SP 3	St 3
Hand Tool Cleaning	SSPC - SP2	St 2

(Sumber: ISO 8501-1 dan American SSPC-SP)

2. Kekerasan permukaan

Kekasaran permukaan merupakan tingkat kekasaran permukaan material setelah dilakukan proses *blasting* maupun menggunakan gerinda. Kekasaran permukaan ini dapat diukur dengan berbagai cara, diantaranya yaitu melalui perbandingan dengan alat yang bernama *comparator* sesuai dengan ASTM D4417A, ataupun dengan menggunakan bantuan *replica tape* sesuai dengan ASTM D4417C yang kemudian kita ukur dengan alat yang bernama *foil thickness gauge* sesuai dengan ASTM D4417D. Tujuan dari mengkasarkan permukaan material ini adalah untuk mengikat cairan cat (*epoxy*) agar memiliki daya lekat yang kuat kepada material, sehingga semakin kasar permukaan maka daya lekat semakin tinggi dan begitu pula sebaliknya.

3. Kadar Garam

Kadar garam yang terdapat pada material sangat berpengaruh pada ketahanan material pada karat karena semakin besar kadar garam yang terkandung maka proses karat akan

semakin cepat. Jadi kadar garam yang terdapat pada material harus seminimal mungkin, biasanya kandungan kadar garam yang diperbolehkan untuk proses aplikasi *epoxy* ini maksimal 2 mg/cm². Untuk mengetahui tingkat kandungan kadar garam yang ada pada material dapat dilakukan proses *salt contamination test*.

4. Kelembapan (*Relative Humidity*)

Relative humidity adalah tingkat kadar uap air yang ada pada ruangan dimana akan dilakukan proses *blasting*. Biasanya *relative humidity* diukur dalam satuan persen, dan batasan maksimumnya adalah 85%. Jadi jika *relative humidity* kurang dari atau sama dengan 85% maka proses *blasting* dapat dilakukan, tetapi jika *relative humidity* lebih besar dari 85% maka proses *blasting* tidak boleh dilakukan karena tingkat kandungan uap air di udara terlalu besar yang akan mengakibatkan uap air menempel pada permukaan material. Jika uap air menempel pada permukaan material maka akan memicu proses karat pada material. Proses pengukuran menggunakan alat *psychrometer* yang memiliki 2 termometer yang dinamakan *dry bulb* dan *wet bulb*. Sebelum melakukan kegiatan *coating*, ada beberapa tahap persiapan pada permukaan yang harus dilakukan. *Surface preparation* dibagi menjadi 2 bagian, yaitu:

a) *Primary Surface Preparation*

Primary surface preparation berfungsi untuk menghilangkan *mill scale*, karat, produk korosi dan zat-zat lain yang terdapat permukaan baja sebelum dilakukannya pengecatan *shop primer*.

b) *Secondary Surface Preparation*

Secondary surface preparation berfungsi untuk menghilangkan karat dan kontaminan lainnya. *Surface preparation* ini dilakukan apabila pada permukaan baja tersebut telah dilapisi dengan cat *shop primer* dan telah diproses sedemikian rupa sehingga siap untuk dilapisi dengan cat anti-korosi pada lapisan pertama.

2.3.2 *Painting Preparation*

Untuk mendapatkan hasil pengecatan yang baik dan berkualitas maka pihak yang terkait dalam pengecatan perlu mengetahui dasar-dasar pengecatan baik teknis aplikasi maupun pengawasan sehingga perlakuan dan penanganan dapat dilakukan sedemikian rupa untuk memenuhi spesifikasi baik oleh aplikator pemilik inspektor atau konsultan, sehingga selama proses pengecatan diharapkan dapat meningkatkan hasil kerja dan kualitas secara efisien.

Setelah proses *surface preparation* selesai dilakukan, tahapan selanjutnya adalah *painting preparation*. Persiapan yang dilakukan antara lain (Septiari & Supomo, 2013):

- a. Persiapan peralatan *painting* dan perlengkapan *painter*. Peralatan yang digunakan sama dengan proses *blasting* hanya saja *sand pot* yang merupakan tempat *abrasive material* diganti dengan *paint pot* sebagai tempat cat. Pada *paint pot* terdapat *mixer* yang berfungsi untuk menjaga agar cat tidak menggumpal. Alat yang digunakan untuk menyemprotkan cat ke permukaan material disebut dengan *spray gun*.
- b. *Mixing* adalah proses penyampuran cat dengan *curing agent*. *Curing* adalah cairan yang bersifat perekat namun memiliki fungsi sebagai pengencer. Jika hasil campurannya kurang sesuai dapat ditambahkan *tiner*.

Terdapat beberapa tahapan yang harus diperhatikan dalam melakukan proses *coating*, diantaranya yaitu:

1. *Spesifikasi Cat*

Setiap cat memiliki karakter yang berbeda dan fungsinya masing-masing. Misalkan, cat yang direkomendasikan digunakan pada kondisi yang abrasif tinggi pada umumnya berciri berwarna gelap dan sangat keras.

2. *Mixing Ratio*

Perbandingan massa variabel atmosfer dengan massa udara kering. Misalkan contoh sebuah cat memiliki *mixing ratio* 1 : 3 by volume, artinya perbandingan cat dengan *hardness* atau pengeringnya memiliki 1 untuk cat dan 3 untuk *hardness* berdasarkan volumenya. Cat dengan *hardness* atau pengeringnya memiliki 1 untuk cat dan 3 untuk *hardness* berdasarkan volumenya. *Mixing ratio* setiap cat berbeda tergantung dari jenis cat yang yang digunakan.

3. *Volume Solid*

Volume solid merupakan persentase ketebalan lapisan cat saat basah terhadap lapisan cat saat kering. Volume solid dari tiap cat memiliki persentase yang berbeda dan dapat dilihat dari *technical data sheet* yang diberikan. *Volume solid* mempunyai peran penting dalam menentukan ketebalan yang ingin dicapai.

4. *Curving Time*

Curving time merupakan waktu yang dibutuhkan cat agar mengering sepenuhnya. Dalam mengklasifikasi kering yang sepenuhnya terdapat 3 jenis tahapan yang harus dilakukan dalam *curving time* agar bisa menjadi kering sepenuhnya yaitu sebagai berikut:

a) *Surface-dry*

Surface-dry merupakan kondisi dimana cat dapat di pindahkan dan diangkat tanpa menyentuh dan mengakibatkan kerusakan pada permukaan cat. Waktu yang dibutuhkan berbeda-beda tergantung jenis cat.

b) *Dry to touch*

Dry to touch merupakan kondisi dimana cat sudah bisa di sentuh dan di permukaan cat sudah kering. Waktu yang dibutuhkan sesuai jenis cat ayng digunakan.

c) *Fully cured*

Fully cured adalah kondisi dimana cat benar benar sudah kering sepenuhnya dan siap untuk diaplikasikan.

2.4 Metode Pengecatan

Dalam pembangunan kapal, pengecatan pada umumnya dilakukan dengan metode manual menggunakan kuas atau *roller*, *semi-automatic* menggunakan *spray gun*, dan *automatic* menggunakan mesin. Berikut akan dijelaskan metode pengecatan yang digunakan umumnya dalam proyek pengecatan kapal (Widhiatmaka & Supomo, 2010).

2.4.1 Kuas

Pengecatan dengan menggunakan metode *brushing* ini membutuhkan banyak tenaga manusia, boros waktu, dan mahal. Untuk alasan ekonomis, metode yang lebih praktis lebih dipilih. Namun metode ini tetap tidak dapat ditinggalakan karena untuk pengecatan permukaan yang kecil (*spot repair*) atau bagian yang tidak dapat terakses dengan metode *spray* dapat dilakukan dengan metode kuas ini. Selain itu, metode kuas ini juga digunakan untuk *stripe painting* pada bagian yang sulit untuk diproteksi, seperti *sharp edges*, *angular parts*, dan sambungan las. Gambar 2.2 ditunjukkan hasil *stripe paint* bagian *angular part* dengan kuas.



Gambar 2.2 Hasil *Stripe Paint* dengan Kuas

Sumber: (ABS Guidance Notes on the Inspection, Maintenance and Application of Marine Coating System)

2.4.2 *Rolling*

Metode pengecatan dengan *roller* merupakan cara yang tepat untuk melakukan pengecatan pada bagian permukaan datar yang luas. Pengecatan dengan menggunakan *roller* hampir 4 kali lebih cepat dibanding dengan penggunaan metode kuas. Namun tetap saja untuk penambahan *painting* pada bagian *corner*, *edge*, sambungan las hanya dapat dilakukan dengan menggunakan kuas. *Roller* normal tidak dapat digunakan untuk melakukan pengecatan permukaan yang kecil atau objek seperti gading dan profil. *Roller* dengan desain khusus dapat digunakan untuk pengecatan pada bagian tersebut. Gambar 2.3 ditunjukkan ilustrasi pengecatan dengan menggunakan *roller*.



Gambar 2.3 Pengecatan dengan *Roller*
Sumber: (Widhiatmaka dan Supomo, 2010)

2.4.3 *Conventional Spray*

Pada metode *conventional spray*, cat ditekan dalam tabung dari *spray gun* yang diberi tekanan. Saat cat keluar dari *nozzle* alat *spray gun*, cat tercampur dengan udara dan tekanan sebesar 2-4 bar. Pengecatan dengan *air spraying* ini lebih cepat dibandingkan dengan kuas ataupun *rolling*. Keuntungan lain yang didapat dari penggunaan metode ini adalah lapisan cat memiliki ketebalan yang sama. Namun di lain sisi, penggunaan metode ini lebih boros dalam penggunaan cat dibandingkan dengan metode kuas ataupun *rolling*, dimana penggunaan *spray* tersebut membutuhkan 2-4 kali *pass* pengecatan. Pengaplikasian *conventional spray* pada galangan kapal ditunjukkan seperti Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Penggunaan *Conventional Spray*
Sumber: (Widhiatmaka dan Supomo, 2010)

2.4.4 *Airless Spray*

Sejauh ini metode ini merupakan metode yang penting dan efisien dalam pengecatan kapal, yang dapat mengeluarkan cat dengan cepat dan dapat mengecat bagian yang luas. Dibandingkan dengan metode *conventional spray*, pantulan balik cat yang disemprotkan lebih tereduksi seperti pada Gambar 2.5. Ada empat hal penting dalam menggerakkan *air spray gun*, yaitu:

a) Jarak *Spray Gun*

Apabila *spray gun* dipegang terlampau dekat dengan permukaan yang dicat, mengakibatkan jumlah yang teraplikasi menjadi banyak dan menghasilkan lapisan yang lebih tebal dan dapat meleleh. Apabila *spray gun* dipegang terlalu jauh dengan permukaan yang dicat, mengakibatkan volumenya berkurang sehingga akan menghasilkan lapisan yang tipis dan kasar. Jarak ideal penggunaan *spray gun* pada umumnya kurang lebih antara 100 sampai 200 mm untuk pengecatan warna solid.

b) Sudut *Spray Gun*

Sudut yang dimaksud adalah rentang jarak sudut antara *spray gun* dengan permukaan material yang akan dilakukan pengecatan. *Spray gun* biasanya dipegang tegak lurus secara konsisten terhadap permukaan material, baik pada arah vertikal maupun horizontal. Apabila tidak dilakukan secara demikian, maka hasil yang didapat akan menjadi kurang rata. *Spray gun* bergerak dengan bahu sebagai titik tumpunya, sehingga bahu tangan yang memegang *spray gun* menghadap bagian tengah material yang akan di cat.

- c) Pola tumpang-tindih (*overlapping*).

Untuk mendapatkan lapisan yang merata, maka pola semprotan perlu memiliki ketebalan yang merata pula. Lebar tumpang tindih (*overlapping*) yang sesuai kurang lebih antara $\frac{1}{2}$ sampai $\frac{2}{3}$ pola semprotan. *Overlapping* sangatlah penting, untuk menjaga keseimbangan yang baik dan membuat pola semprotan tumpang-tindih yang konsisten. Gambar 2.5 ditunjukkan pengaplikasian *airless spray* pada bagian *top side* kapal.



Gambar 2.5 Pengaplikasian *Airless Spray*

Sumber: (*ABS Guidance Notes on the Inspection, Maintenance and Application of Marine Coating System*)

2.5 Jenis Cat

Dalam pengecatan, penggunaan cat berbeda-beda dikarenakan cat itu sendiri memiliki fungsi berbeda, penggunaan cat yang pada umumnya diterapkan pada pengerjaan pengecatan antara lain (Berendsen, 1989):

- a) *Shop Primer* (P)

Shop Primer merupakan cat dasar lapisan pertama berlangsung pada permukaan pelat. *Shop primer* dipakai pada permukaan plat *steel* sebelum proses pemotongan dan pengelasan, sehingga pada saat pengelasan tidak timbul *porosity*. *Shop primer* ini merupakan cat kapal yang dipergunakan untuk bagian semua struktur kapal. Cara ini berfungsi untuk menutup pori-pori pelat dan sekaligus sebagai daya *scrap* atau lekat dengan lapisan berikutnya.

b) *Primer Coat Anti Corrosion (AC)*

Primer Coat AC mempunyai sifat menahan oksidasi sehingga menahan korosi pada pelat. Biasanya digunakan pada lapisan kedua setelah cat primer. Cat AC ini merupakan cat kapal yang dipergunakan untuk bagian bawah lambung kapal atau disebut sebagai *under water* atau *bottom*. Setelah di cat menggunakan cat *anti corrosion* (AC) pelapisan selanjutnya pada umumnya adalah menggunakan cat *Intermediate*.

c) *Intermediate Coat (IC)*

Intermediate coat merupakan cat lapis penebal agar kedap air atau untuk menciptakan ketebalan tertentu harus dapat melekat dengan baik pada lapisan primer dan dapat menerima lapisan *finish coat*. Cat *Intermediate Coat* (cat antara) ini mempunyai basis pigmen yang dapat melindungi lambung kapal dari resapan air laut.

d) *Finish Coat Anti Fouling (AF)*

Cat *Anti Fouling* merupakan salah satu cat kapal atau cat lapis akhir sebagai pelindung paling luar menonjolkan warna sebagai estetika atau signal harus dapat melekat dengan baik terhadap lapisan *intermediate* dan beberapa lapis *finish coat* diatasnya yang setara atau sejenis. cat ini mempunyai sifat mengurangi daya tempel dan mematikan binatang laut, sehingga mengurangi banyaknya binatang laut yang menempel pada waktu berlabuh. Cat ini dipergunakan pada bagian kapal pada antara lunas sampai dengan garis air dimana pada bagian ini selalu tercelup air dan sangat mungkin ditempel binatang laut.

e) Cat Khusus

- *Tie Coat*

Jenis cat yang diaplikasikan untuk menjembatani apabila menggunakan cat yang berbeda jenis

- *Caler Coat*

Jenis cat yang dipergunakan untuk menutupi permukaan yang tidak rata missal permukaan dengan kondisi pitting merata, permukaan berpori-pori, menjembatani cat lama/baru terhadap cat *anti fouling*.

- *Holding Primer*

Cat yang dipergunakan untuk memperpanjang proteksi sementara pada penggunaan *shop primer* hingga pengecatan dengan sistem penuh dapat dilaksanakan sewaktu-waktu tanpa harus mengupas cat lama atau disebut jenis cat dasar yang dipergunakan di lokasi kerja apabila *blasting* dilakukan berulang-ulang.

2.6 Sistem Pengecatan

Setiap bagian kapal yang akan dicat memiliki karakteristik masing-masing, sehingga *coating system* yang digunakan berbeda-beda sesuai posisinya. Gambar 2.6 merupakan contoh *coating system* yang digunakan pada beberapa bagian kapal (Holmberg, K. & Matthews, A. 2010):

a. *Cat Bottop (B/T)*

Cat Bottop mempunyai daya korosif yang tinggi dan merupakan lapisan setelah anti korosi. Cat ini dipergunakan pada daerah antara garis muat kosong dan garis muat penuh dimana pada daerah ini merupakan daerah yang sangat mungkin terjadi korosi karena selalu terjadi perubahan antara tercelup air dan terkena udara. Umumnya cat *bootoping* mempunyai pilihan warna sesuai permintaan customer dan *coating system* yang dipergunakan adalah:

- *Primer bottom/cat anti korosi*
- *Cat Intermediate*
- *Cat bootoping*

b. *Cat Top Side (T/S)*

Cat ini dipergunakan untuk cat akhir (*finished paint*) yang dipergunakan dibagian kapal diatas garis air penuh dan warnanya harus disesuaikan dengan warna kapal dan mempunyai basis pigmen yang tahan terhadap cuaca. Umumnya konsumen dapat memilih warna sesuai permintaan *customer*. *Coating system* yang dipergunakan adalah:

- *Primer marine*
- *Cat Anti-Weathering*
- *Top side coating*

c. *Bottom*

Bagian kapal yang berada pada bagian yang terendam air laut secara terus menerus, sehingga perlu penanganan dan perhatian secara khusus dan serius. Pada bagian ini perlu dicat secara 3 lapisan diantaranya:

- *Primer bottom*
- *Cat Intermediate*
- *Cat anti fouling.*
- *Cat AC*

d. *Deck Paint*

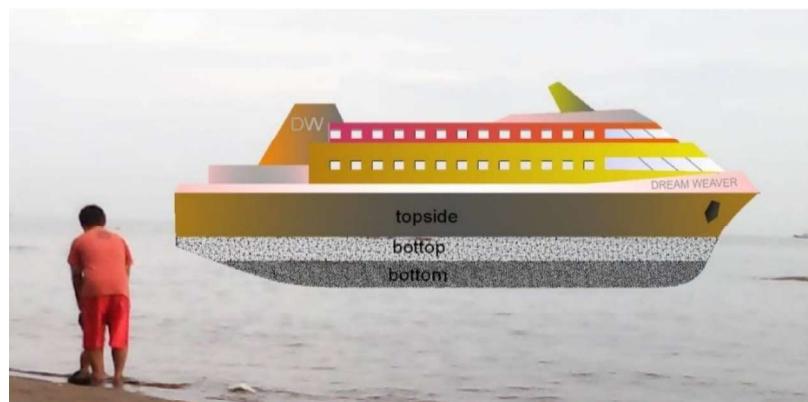
Cat bagian geladak ini mempunyai basis resin yang dapat menahan goresan kapal dari pijakan atau benda lain. Di kombinasi dengan resin yang mempunyai ketahanan cuaca (anti weathering). Umumnya cat deck pada *coating system* yang dipergunakan adalah:

- *Deck coating/deck paint/cat lantai kapal*

e. *Cat Bitominious*

Cat khusus untuk bagian jangkar, rantai jangkar dan *chain locker* (kotak jangkar) yang mempunyai basis resin yang dapat menahan korosi. Dikombinasi dengan resin yang mempunyai ketahanan cuaca (*anti weathering*) dan resapan air laut. *Bituminous paint* yang digunakan pada *coating system* yang adalah:

- *Primer marine*
- *Anti corrosion paint*
- *Bituminous paint*



Gambar 2.6 Pembagian *Coating System*
Sumber: <http://www.international-paint-inspectors.com/>

2.7. Aplikasi Android

Android merupakan system operasi berbasis *Linux* yang bersifat terbuka (*open source*) dan dirancang untuk perangkat seluler layar sentuh seperti *smartphone* dan komputer tablet. Android memungkinkan penggunanya untuk memasang aplikasi pihak ketiga, baik yang diperoleh dari toko aplikasi seperti *Google Play*, *Amazon Appstore*, ataupun dengan mengunduh dan memasang berkas APK dari situs pihak ketiga. Pada *Google Play*, pengguna bisa menjelajah, mengunduh, dan memperbarui aplikasi yang diterbitkan oleh *Google* dan pengembang pihak ketiga, sesuai dengan persyaratan kompatibilitas *Google*. *Google Play* akan menyaring daftar aplikasi yang tersedia berdasarkan kompatibilitasnya dengan perangkat pengguna, dan pengembang dapat membatasi aplikasi ciptaan mereka bagi operator atau negara tertentu untuk alasan bisnis. Pembelian aplikasi yang tidak sesuai dengan keinginan pengguna

dapat dikembalikan dalam waktu 15 menit setelah pengunduhan. Beberapa operator seluler juga menawarkan tagihan langsung untuk pembelian aplikasi di *Google Play* dengan cara menambahkan harga pembelian aplikasi pada tagihan bulanan pengguna (Salbino, 2013).

Aplikasi Android dikembangkan dalam bahasa pemrograman Java dengan menggunakan kit pengembangan perangkat lunak Android (SDK). SDK ini terdiri dari seperangkat perkakas pengembangan, termasuk *debugger*, perpustakaan perangkat lunak, emulator handset yang berbasis QEMU, dokumentasi, kode sampel, dan tutorial. Didukung secara resmi oleh lingkungan pengembangan terpadu (IDE) *Eclipse*, yang menggunakan plugin *Android Development Tools* (ADT). Perkakas pengembangan lain yang tersedia di antaranya adalah *Native Development Kit* untuk aplikasi atau ekstensi dalam C atau C++, *Google App Inventor*, lingkungan visual untuk pemrogram pemula, dan berbagai kerangka kerja aplikasi web seluler lintas platform.

2.8 *Wearable Device*

Fitur dan sensor mengenalkan bagaimana mengelola informasi tentang lokasi geografis dan lingkungan sekitar perangkat, serta data aktivitas manusia. Hal ini menggunakan layanan lokasi untuk melacak informasi lokasi, dan berbagai sensor perangkat untuk melacak lingkungan perangkat dan aktivitas pengguna. Adapun fitur dan sensor yang dapat digunakan adalah (Fathurrahman & Abadi, 2017):

a) *Geofences in mobile applications only*

Geofences, yang merupakan perimeter virtual untuk area geografis dunia nyata. Bila geofensi aktif, fitur ini memantau lokasi pengguna dan menerima peringatan saat pengguna memasuki atau meninggalkan area *geofence*.

b) *Location Information*

Pengelola Lokasi menyediakan lokasi geografis perangkat untuk aplikasi yang akan digunakan. Fitur ini dapat mengakses lokasi pengguna, memantau pembaruan lokasi, dan melacak pergerakan pengguna dalam batas tertentu atau sepanjang rute.

c) *Maps and Maps Service*

Fitur ini dapat menggunakan layanan peta, seperti *geocoder*, *place searching*, dan *routing*. Layanan peta memerlukan penyedia peta, agar fitur ini dapat mengambil rincian peta yang diperlukan.

d) *Device Sensors*

Fitur ini dapat membaca dan mengelola data dari berbagai sensor pada perangkat. Fitur ini juga dapat mengakses informasi dari berbagai sensor lingkungan, seperti sensor

cahaya dan magnetik, dan dari sensor yang berhubungan dengan pengguna, seperti monitor denyut jantung.

e) *Activity Recognition*

Fitur ini dapat menggunakan pengenal aktivitas untuk mengumpulkan informasi tentang pergerakan dan aktivitas pengguna, seperti berjalan dan berlari. Fitur ini juga bisa mengenali keadaan stasioner dan aktivitas pada kendaraan yang bergerak.

f) *Gesture Recognition*

Fitur ini dapat memonitor isyarat pengguna, seperti keran dua kali, getar, miring, dan gerakan pergelangan tangan. Anda dapat menerima pemberitahuan tentang pola pergerakan perangkat yang berbeda, mengidentifikasi status perangkat, dan memicu kejadian saat data pergerakan memenuhi kondisi yang telah ditentukan.

2.8.1 *Microcontroller Unit*

Microcontroller adalah sebuah sistem komputer yang seluruh atau sebagian besar elemennya dikemas dalam satu *chip* IC, sehingga sering disebut *single chip microcomputer*. Perangkat ini umumnya dapat menyimpan program yang akan dijalankan dan terdiri dari CPU (*Central Processing Unit*), memori, I/O tertentu dan unit pendukung seperti *Analog-to-Digital Converter* (ADC) yang sudah terintegrasi di dalamnya. Kelebihan utama dari *microcontroller* adalah tersedianya RAM dan peralatan I/O pendukung sehingga ukuran *board microcontroller* menjadi sangat ringkas. *Microcontroller* merupakan sistem komputer yang mempunyai satu atau beberapa tugas yang sangat spesifik. Elemen *microcontroller* tersebut diantaranya adalah (Yang, 2010):

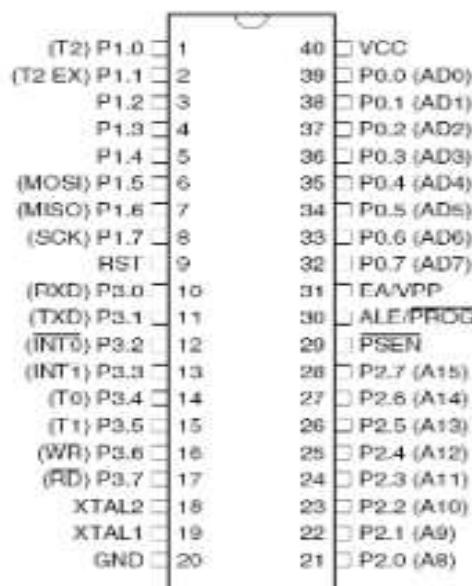
- a. Pemroses (*Processor*)
- b. Memori
- c. *Input* dan *Output*

Terdapat beberapa cip pada *microcontroller* yang dapat digabungkan dalam satu papan rangkaian. Perangkat ini sangat ideal untuk mengerjakan sesuatu yang bersifat khusus, sehingga aplikasi yang diisikan ke dalam komputer ini adalah aplikasi yang bersifat fleksibel. Jika dilihat dari segi harga, *microcontroller* memiliki harga yang umumnya lebih murah dibandingkan dengan komputer lainnya, karena perangkatnya relatif sederhana. *Microcontroller* telah banyak digunakan di industri, walaupun penggunaannya masih kurang dibandingkan dengan penggunaan *Programable Logic Control* (PLC), tetapi *microcontroller* memiliki beberapa keuntungan dibandingkan dengan PLC (Yang, 2010).

Ukuran *microcontroller* lebih kecil dibandingkan dengan suatu modul PLC sehingga peletakannya dapat lebih fleksibel. Secara teknis terdapat 2 jenis *microcontroller* yaitu RISC dan CISC. RISC kependekan dari *Reduced Instruction Set Computer*: instruksi terbatas tapi memiliki fasilitas yang lebih banyak, sedangkan CISC kependekan dari *Complex Instruction Set Computer*: instruksi bisa dikatakan lebih lengkap tapi dengan fasilitas secukupnya. Tentang jenisnya banyak sekali ada keluarga *Motorola* dengan seri 68xx, keluarga MCS51 yang diproduksi *Atmel*, *Philip*, *Dallas*, keluarga PIC dari *Microchip*, *Renesas*, *Zilog*. Masing-masing *brand* tersebut juga masih terbagi lagi dalam beberapa tipe.

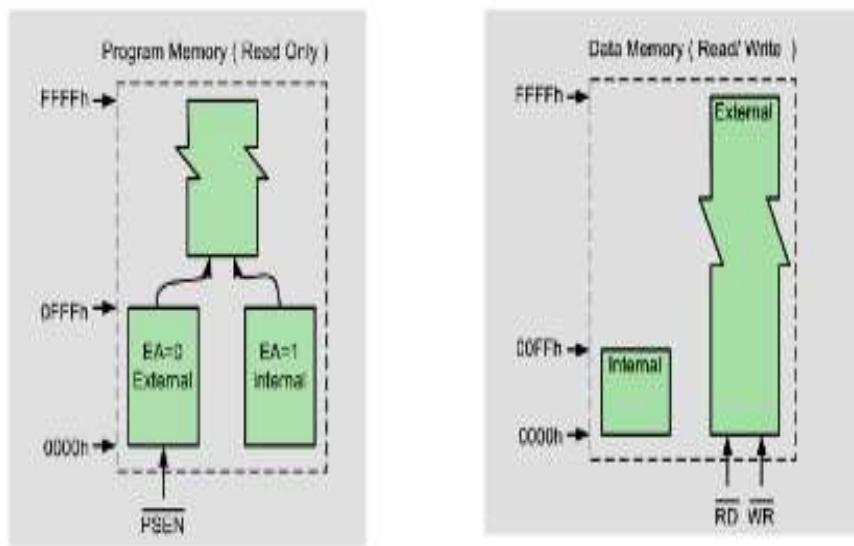
Perlu diketahui bahwa antara satu orang dengan orang lain akan berbeda dalam hal kemudahan dalam mempelajari. Jika terbiasa dengan bahasa pemrograman *BASIC*, bisa menggunakan *microcontroller BASIC Stamp*, jika terbiasa dengan bahasa pemrograman *JAVA*, bisa menggunakan *Jstamp*, dan jika sudah terbiasa dengan bahasa pemrograman *C++*, bisa menggunakan fungsi MCS51 dan masih banyak lagi. *Microcontroller* mempunyai ruang penyimpanan tersendiri yang disebut memori (Yang, 2010).

Gambar 2.7 dan Gambar 2.8 ditunjukkan memori dalam *microcontroller* yang terdiri atas memori program dan memori data dimana keduanya terpisah, yang memungkinkan pengaksesan data memori dan pengalaman 8 bit, sehingga dapat langsung disimpan dan dimanipulasi oleh *microcontroller* dengan kapasitas akses 8 bit. Program memori tersebut bersifat hanya dapat dibaca (ROM/EPROM). Sedangkan untuk data memori kita dapat menggunakan memori eksternal (RAM).



Gambar 2.7 Skema *Microcontroller*

Sumber : (Yang, 2010)

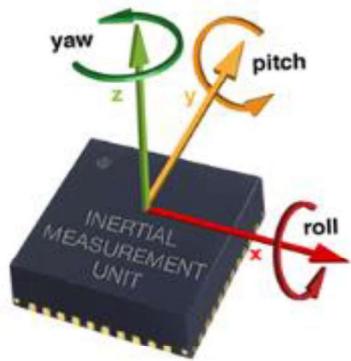


Gambar 2.8 Ruang Memori
Sumber : (Yang, 2010)

2.8.2 IMU (*Inertial Measurement Unit*)

Industri saat ini mengerucut menuju lingkungan produksi secara otomatis. Posisi dari pekerja yang melaukan pekerjaan untuk jalur produksi dan memantau gerakan mereka sangat penting. Untuk tujuan ini, sensor terdiri dari 3 sumbu *accelerometer* dan 3 sumbu *gyroscope* yang sering disebut dengan sensor unit pengukuran inersial (IMU) adalah pilihan yang baik. Sensor ini dapat digunakan untuk memberikan informasi tentang posisi dengan menggunakan teknologi MEMS (*Micro Electro Mechanical Systems*). Alat ini bisa menjadi sangat kecil dalam ukuran sehingga dapat dengan mudah digunakan. Namun menggunakan sensor ini untuk memposisikan dengan akurat bukan hal yang mudah (Yun, 2017).

Untuk mencapai posisi yang sangat akurat dengan sensor IMU, teknologi canggih sinyal pengolahan dan fusi data diperlukan. Modul sensor sangat penting untuk sistem pemosisian berbasis sensor. Sistem Mikro-Elektro-Mekanik (MEMS) adalah teknologi perangkat mikroskopis tersebut. Dalam sistem ini MEMS sensor merupakan unit pengukuran inersia (IMU). Ini adalah Sistem-*On-Chip* yang terdiri dari akselerometer 3-sumbu, giroskop 3-sumbu dan magnetometer. Gambar 2.9 ditunjukkan sistem *Inertial Measurement Unit* (IMU) menggunakan 2 sensor yang terdiri dari sensor akselerometer dan sensor giroskop. Masing-masing sensor terdiri dari 3-sumbu koordinat yaitu sumbu x, sumbu y, dan sumbu z. Setiap sensor yang digunakan mempunyai fungsi dan kegunaan yang berbeda untuk menjalankan sistem yang akan dibangun (Tor Carlsson, 2015).



Gambar 2.9 *Inertial Measurement Unit*
Sumber : (Tor Carlsson, 2015)

1. Accelerometer

Konsep *accelerometer* MEMS didasarkan pada Hukum Kedua Newton tentang Gerak,
 $F = m_s \times a$ (2.1)

Ini mengukur percepatan dalam tiga sumbu dengan mengukur gaya terhadap besar nilai suatu massa (m_s). Gaya terhadap besar nilai suatu massa tersebut dapat diciptakan dengan 2 percepatan yang berbeda. Percepatan total digambarkan sebagai:

$$a_{tot} = g + a_{motion} \quad \dots \dots \dots \quad (2.2)$$

2. Gyroscope

Tujuan dari *gyroscope* adalah untuk mengukur rotasi sudut. *Gyroscope* dalam MEMS IMU memiliki tiga sumbu. Konsep *gyroscope* MEMS didasarkan pada Efek Coriolis, efeknya terlihat ketika massa m bergetar dalam bidang rotasi sepanjang radius r . Energi rotasi dinyatakan sebagai:

$$E_{rot} = \frac{1}{2} m_s r^2 w_0^2 \quad \dots \dots \dots \quad (2.3)$$

Energi rotasi meningkat ketika radius r dari pusat massa meningkat. Energi akan berubah sesuai dengan radius r sedemikian rupa sehingga gaya dibuat. Gaya yang dihasilkan akan berbanding lurus dengan nilai w_0 dan akan berbanding terbalik dengan nilai perpindahan massa m dan rotasi.

$$F_c = 2m_s (w \times v) \quad \dots \dots \dots \quad (2.4)$$

Akselerasi yang dialami oleh m_s kemudian dapat dihitung sebagai:

$$a_c = 2v \times w_0 \quad \dots \dots \dots \quad (2.5)$$

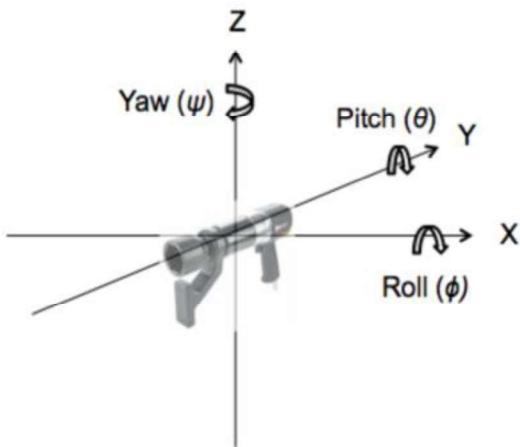
3. Magnetometer

Konsep magnetometer MEMS didasarkan pada kekuatan medan magnet yang diukur dari inti Bumi. Ini mengukur kekuatan di unit *Teslameter* < 1mT dan *Gaussmeter* ketika kekuatan medan magnet adalah > 1mT. Karena tidak bergantung pada gerak,

magnetometer akan selalu membacakan nilai m yang membuatnya menguntungkan ketika menentukan arah yang tidak bergerak obyek. Fitur ini membuatnya menjadi pelengkap yang sangat memadai untuk data yang diperoleh dari *accelerometer* dan *gyroscope*. Namun, ia datang dengan beberapa kerugian karena sangat sensitif benda-benda magnetik di sekitarnya yang menciptakan banyak kebisingan yang tidak diinginkan dan karena itu dapat memiliki sangat pengaruh yang signifikan pada akumulasi kesalahan dalam data mentah.

4. MARG Sensors

Position Tracking (pelacak posisi) menggunakan sistem MARG Sensor merupakan sebuah sistem pelacakan dengan menggunakan *microcontroller arduino*. Komponen utama pada modul sensor yang digunakan mampu melacak perubahan rotasi dan percepatan object benda yang hampir sama dengan sistem IMU (*Inertial Measurement Unit*). Pada sistem MARG menggunakan 3 jenis sensor yang terdiri dari sensor *accelerometer*, sensor *gyroscope*, dan sensor *magnetometer* (Edvardsen and Michael 2017). Dengan ketiga sumbu koordinat yang terpasang sistem ini mampu memetakan kondisi objek yang telah dipasangi sensor, dimana sebelum melakukan *tracking* diperlukan kalibrasi terlebih dahulu. Gambar 2.10 ditunjukkan bentuk dari *Euler Angels* dari MARG Sensors.



Gambar 2.10 *Euler Angels*
Sumber: (Edvardsen and Michael 2017)

Sistem ini digunakan untuk melakukan pelacakan posisi pada orang yang sedang berjalan. Penggunaan sensor magnetometer digunakan untuk mendeteksi medan magnet di sekitar sensor yang digunakan. Dengan medan magnet tersebut maka sensor ini dapat digunakan untuk menentukan arah dari sensor tersebut.

2.8.3 Smartwatch

Penggunaan *smartphone* masa kini semakin lazim, dengan studi yang menunjukkan pengguna berada dalam kedekatan *smartphone* mereka hampir 90% dari waktu mereka. *Smartphone* ini memiliki kemampuan yang mengesankan, mulai dari pemantauan kesehatan jarak jauh hingga pencatatan hidup. Sebaliknya, beberapa penelitian menyarankan sensor dan komputer yang bisa dipakai untuk aplikasi pengenalan aktivitas manusia. Namun, desain sistem sensor yang akan digunakan, serta metode interaksi yang mengarah pada kemampuan penginderaan, serta antarmuka (*interface*) masih menjadi kendala. Pasar *smartwatch* yang sedang berkembang yang merupakan perangkat yang dapat dikenakan yang bermanfaat karena dipakai oleh pengguna di lokasi standar yaitu pada pergelangan tangan, dapat melacak aktivitas, baik sendiri atau bersama dengan *smartphone*. Perangkat ini memiliki kendala yang dapat membatasi keefektifan termasuk ukuran layar, perangkat keras yang lebih lemah untuk penginderaan dan komputasi, baterai yang terbatas, serta kapasitas penyimpanan yang kecil (Mortazavi, 2015).

a) Sistem Kerja

Pemantauan aktivitas dengan *smartphone* dan perangkat dengan telepon ini telah dipelajari dengan baik. Memantau aktivitas kehidupan sehari-hari melalui sensor yang dapat dipakai atau ponsel cerdas dengan akurat. Secara khusus, perangkat ini dapat melakukan pelacakan aktivitas untuk lingkungan klinis dan cara menjaminnya bahwa pengguna melakukan aktivitas yang diinginkan. Pekerjaan ini bermaksud untuk mengikuti model kegiatan yang sama pengakuan yang disajikan di sana. Secara khusus, dengan mengidentifikasi transisi antara duduk, berdiri, dan mengidentifikasi dengan tepat semua gerakan pergelangan tangan lainnya, pekerjaan ini mendekati klasifikasi postur pengguna sama dengan anti-kecurangan yang dikembangkan di perangkat ini. Perangkat ini dapat melacak aktivitas secara *real-time* dengan sensor yang terpasang pada pergelangan tangan pengguna dalam bentuk *smartwatch*. Perangkat ini dikembangkan dengan sensor yang dapat melacak isyarat dengan tujuan dapat mengurangi konsumsi daya melalui kalibrasi sensor sehingga perangkat ini dapat digunakan sepanjang hari. Sistem ini dapat digunakan untuk merekam serta melacak data dalam periode waktu yang besar untuk memberikan klasifikasi gerakan dari pengguna. Selanjutnya identifikasi yang dilakukan adalah keadaan postur pengguna

yang terdiri dari duduk, berdiri, dan berbaring. Gambar 2.11 ditunjukan tampilan *user interface* dari smartwatch secara umum.



Gambar 2.11 *User Interface*
Sumber: (Mortazavi, 2015)

b) *Hardware Platform dan Data Collection*

Smartwatch Samsung Galaxy Gear dengan 2 sensor yang terdiri dari sensor *accelerometer* dan *gyroscope*. Perangkat ini mempunyai kapasitas penyimpanan 4 GB untuk penyimpanan internal yang cukup untuk menyimpan data untuk durasi waktu yang diinginkan. Pengumpulan data dilakukan dengan durasi waktu yang diinginkan untuk selanjutnya data diunggah ke komputer host melalui kabel USB di ujung waktu. Sensor *accelerometer* mempunyai 3 sumbu yang terdiri dari x arah atas tangan pengguna, sumbu y menunjuk ke tangan, dan sumbu z keluar orthogonal ke tampan jam. Pengumpulan data dilakukan dengan 20 relawan dengan rentang usia 19-30 tahun untuk melakukan beberapa kegiatan dengan menggunakan perangkat smartwatch (Mortazavi, 2015). Gambar 2.12 ditunjukan tampilan *data recording* dari *smartwatch*.



Gambar 2.12 *Data Recording*
Sumber: (Mortazavi, 2015)

Setiap subjek kemudian diminta untuk melakukan serangkaian kegiatan yang dimaksudkan untuk melatih suatu algoritma yang akan digunakan. Dalam melakukan pengumpulan data, pengguna melakukan anotasi gerakan untuk setiap memulai dan mengakhiri kegiatan. Untuk setiap aktivitas, pengguna diminta untuk mengulangi setiap tindakan 10 kali. Pada akhir setiap percobaan, data diunggah secara manual ke komputer desktop untuk mendapatkan pengakuan algoritma, melalui kabel USB. Algoritma *leave-one-subject-out cross-validation* (LOSOCV) digunakan untuk menentukan klasifikasi kegiatan atau aktivitas dari data yang telah diperoleh dari percobaan yang telah dilakukan.

2.9 *Android Device*

Google Android sejauh ini adalah Sistem Operasi (OS) yang paling relevan di pasar *smartphone*, dengan 78,0% saham dan lebih dari 260 juta *smartphone* yang dikirim ke seluruh dunia selama kuartal pertama 2015. Android adalah sistem operasi berbasis *Linux* yang dirancang untuk perangkat seluler layar sentuh. Tidak seperti Pendekatan *Apple* yang tertutup, di bawah *platform Android* terbuka, programmer dapat mengkonfigurasi ulang banyak hal penting komponen perangkat keras dan perangkat lunak dalam perangkat serta melaksanakan desain ulang antarmuka pengguna. Akibatnya, Android banyak digunakan sebagai lingkungan pemrograman untuk sebagian basis *smartphone (SP-based)* solusi deteksi jatuh yang dapat ditemukan dalam literatur. Namun, ada beberapa karya di bibliografi di mana sistem ini digunakan pada OS seluler lainnya (Salbino, 2013).

FDS berbasis SP awal dikembangkan di *OS Symbian* pada ponsel. *Apple IOS* dipilih sebagai sistem operasi untuk aplikasi yang disajikan. *iPhone* bertanggung jawab untuk memperingatkan pengguna tentang risiko jatuh berdasarkan informasi dari sinyal yang diterima dari sensor yang berbeda. Aplikasi *IOS* yang berjalan pada *iPhone*, yang berkomunikasi dengan dua sensor modular berenergi rendah *Bluetooth (BLE)*. Dari analisis yang dilakukan, penulis menyimpulkan bahwa Android merupakan pemilihan terbaik asalkan dijamin dukungan pemrograman lebih banyak sementara meminimalkan pemrograman dan waktu pelaksanaan. Adapun perangkat pendukung yang digunakan seperti (Salbino, 2013):

- a) Sensor (S): sistem mengeksplorasi kemampuan penginderaan perangkat Android. Sensor yang digunakan terdiri dari 3-axis *accelerometer*, 3-axis *gyroscope*, dan magnetometer. Sensor internal merupakan sensor yang terdapat di dalam Android dan sensor eksternal yang merupakan sensor tambahan dengan perangkat tambahan.

- b) *Data Analyzer* (DA): sistem dapat memanfaatkan kekuatan komputasi di platform Android untuk mengimplementasikan dan mengeksekusi algoritma yang menentukan apakah penurunan telah terjadi. Jika pendekripsi keputusan didasarkan pada sinyal yang ditangkap oleh sensor eksternal, kabel komunikasi nirkabel antara sensor dan perangkat Android harus digunakan.
- c) *Communication Gateway* (CG): antarmuka komunikasi (Wi-Fi, *Bluetooth*, GPRS/3G/4G, dll.) Dari perangkat Android digunakan untuk mengirim ulang data (atau keputusan pendekripsi jatuh) ke server pusat jarak jauh.
- d) *Remote Monitoring Unit* (RMU): dalam hal ini perangkat Android hanya terintegrasi dalam sistem deteksi sebagai antarmuka pengguna akhir untuk memperingatkan pengguna pemantauan tentang kejadian jatuh.

2.10 *Device Sensors*

Fitur ini dapat membaca dan mengelola data dari berbagai sensor pada perangkat. Fitur ini juga dapat mengakses informasi dari berbagai sensor lingkungan, seperti sensor cahaya dan magnetik, dan dari sensor yang berhubungan dengan pengguna, seperti monitor denyut jantung. Fitur utama dari Sensor meliputi (Salbino, 2013):

1. *Sensor listener*

Sensor listener menerima *register sensor* dan mengirimkan data ke aplikasi pada interval yang telah ditentukan. *Sensor listener* dapat ditambahkan atau dihapus kapan saja. Aplikasi dapat menambahkan beberapa *sensor listener* untuk jenis sensor yang sama. Setelah membuat *sensor listener* untuk sensor tertentu dapat digunakan untuk memantau sensor internal perangkat untuk mendapatkan perubahan nilai sensor. Aplikasi hanya bisa menerima data sensor saat data dimodifikasi.

2. *Sensor handle*

Tabel 2.2 merupakan daftar ungsi dari *sensor handle* adalah supaya bisa mengakses data perangkat keras sensor yang bekerja antara lain:

- Nama Sensor
- Sensor Vendor
- Tipe Sensor
- Resolusi
- Jarak Pengukuran

Tabel 2.2 *Supported Sensors Types*

Supported Sensor Types		
Accelerometer	Heart Rate Monitoring Sensor	Proximity Sensor
Geomagnetic Rotation Vector Sensor	Humidity Sensor	Rotation Vector Sensor
Gravity Sensor	Light Sensor	Sleep Monitor
Gyroscope	Linier Acceleration Sensor	Temperature Sensor
Gyroscope Rotation Vector Sensor	Magnetic Sensor	Ultraviolet Sensor
Heart Rate Monitoring LED Green Sensor	Orientation Sensor	Uncalibrated Gyroscope
Heart Rate Monitoring LED IR Sensor	Pedometer Sensor	Uncalibrated Magnetic Sensor
Heart Rate Monitoring LED Red Sensor	Pressure Sensor	

2.11 Referensi Lain

Referensi tambahan diperlukan sebagai bahan pertimbangan dalam menentukan penulisan dan aspek teknis yang ada pada tugas akhir sebelumnya. Selain itu, referensi lain juga digunakan sebagai dasar pembuatan tugas akhir yang akan dikerjakan. Berikut ini merupakan referensi tugas akhir yang memiliki kesamaan topik dengan Perancangan Aplikasi Berbasis Android untuk Monitoring Kinerja *Coating Applicator* Pada Industri Kapal dengan Perangkat *Wearable*.

2.11.1 Perancangan Aplikasi Berbasis *Android* untuk Pemeriksaan Pengelasan pada Bangunan Kapal Baru (Achmafajri & Triwilaswadio, 2017)

Penelitian ini berdasarkan pemeriksaan pengelasan pada pembangunan kapal baru yang ada saat ini masih dilakukan secara manual dimana seorang *welding inspector* melakukan pemeriksaan mengacu pada form pemeriksaan. Kegiatan pemeriksaan pengelasan yang ada saat ini kurang efektif untuk dilakukan pada proses pembangunan kapal baru, hal ini dikarenakan minimnya fungsi pengawasan dan kontrol dari *welding inspector* yang menyebabkan terjadinya pemeriksaan ulang dan pekerjaan ulang. Hasil pemeriksaan pengelasan ini akan dikemas dalam bentuk laporan yang tentu saja akan memakan waktu yang relatif lebih lama. Sehingga tujuan dari penelitian ini melakukan observasi sistem pemeriksaan pengelasan pada pembangunan kapal baru yang ada dan merancang aplikasi berbasis android untuk panduan pemeriksaan pembangunan kapal baru.

2.11.2 Perancangan Aplikasi Komputer Berbasis Android untuk Panduan Pengawasan Pembangunan Kapal Baru oleh *Owner Surveyor* (Lasuardi & Triwilaswadio, 2016)

Penelitian ini berdasarkan kegiatan pengawasan pembangunan kapal baru yang ada saat ini masih dilakukan secara manual dimana seorang *owner surveyor* melakukan pengawasan mengacu pada form pengawasan. Pada kondisi dilapangan semakin banyaknya proses pembangunan kapal baru menyebabkan semakin meningkatnya kebutuhan *owner surveyor*. Semakin bertambahnya kebutuhan pengawasan pembangunan kapal baru menyebabkan banyaknya *owner surveyor* baru yang secara pengalaman dan pengetahuan kurang memadai. Selain itu laporan hasil pengawasan dikemas dalam bentuk laporan yang diinput secara manual dan memakan waktu relatif lebih lama. Sehingga tujuan dari penelitian ini untuk merancang aplikasi komputer berbasis android untuk panduan pengawasan pembangunan kapal baru. Aplikasi yang dirancang dapat membantu memberikan panduan pengawasan pada *owner surveyor* baru dalam melakukan pemeriksaan pembangunan kapal baru.

2.11.3 Perancangan Aplikasi Komputer Berbasis Android untuk Estimasi Biaya Reparasi Kapal Interaktif (Hansel & Triwilaswadio, 2016)

Penelitian ini berdasarkan penentuan anggaran biaya reparasi kapal yang masih dilakukan estimasi biaya secara manual sehingga kemungkinan terjadi kesalahan pihak *owner* dalam menentukan harga reparasi yang dapat merugikan pihak pemilik karena anggaran atau dana yang disiapkan kurang dan tidak sesuai yang dianggarkan. Maka dari itu tinggiya permintaan reparasi di galangan kapal, membuat *owner* kapal harus menentukan anggaran biaya yang diperlukan ketika akan melakukan reparasi kapal pada saat kapal masih berada diatas laut. Sehingga tujuan dari penelitian ini untuk merancang aplikasi komputer berbasis android yang mampu menghitung secara cepat, tepat dan mendekati akurat dalam perhitungan estimasi biaya reparasi kapal. Aplikasi yang dirancang ini mampu memberikan informasi berupa jenis-jenis pekerjaan reparasi yang dilakukan sehingga penentuan estimasi biaya reparasi dapat dilakukan secara tepat dan detail.

2.12 Monitoring Kinerja

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 39 Tahun 2006 (dalam IPDN, 2011), monitoring merupakan suatu kegiatan mengamati secara seksama suatu keadaan atau kondisi, termasuk juga perilaku atau kegiatan tertentu, dengan tujuan agar semua data masukan atau informasi yang diperoleh dari hasil pengamatan tersebut dapat menjadi landasan dalam mengambil keputusan tindakan selanjutnya yang diperlukan. Monitoring dilaksanakan dengan maksud agar proyek dapat mencapai tujuan secara efektif dan efisien dengan menyediakan umpan balik bagi

pengelola proyek pada setiap tingkatan. Umpam balik ini memungkinkan pemimpin proyek menyempurnakan rencana operasional proyek dan mengambil tindakan korektif tepat pada waktunya jika terjadi masalah dan hambatan. Monitoring mempunyai beberapa tujuan, yaitu sebagai berikut:

a. *Compliance* (Kesesuaian)

Menentukan apakah implementasi kebijakan tersebut sesuai dengan standard dan prosedur yang telah ditentukan.

b. *Auditing* (Pemeriksaan)

Menentukan apakah sumber-sumber/pelayanan kepada kelompok sasaran (*target groups*) memang benar-benar sampai kepada mereka.

c. *Explanation* (Penjelasan)

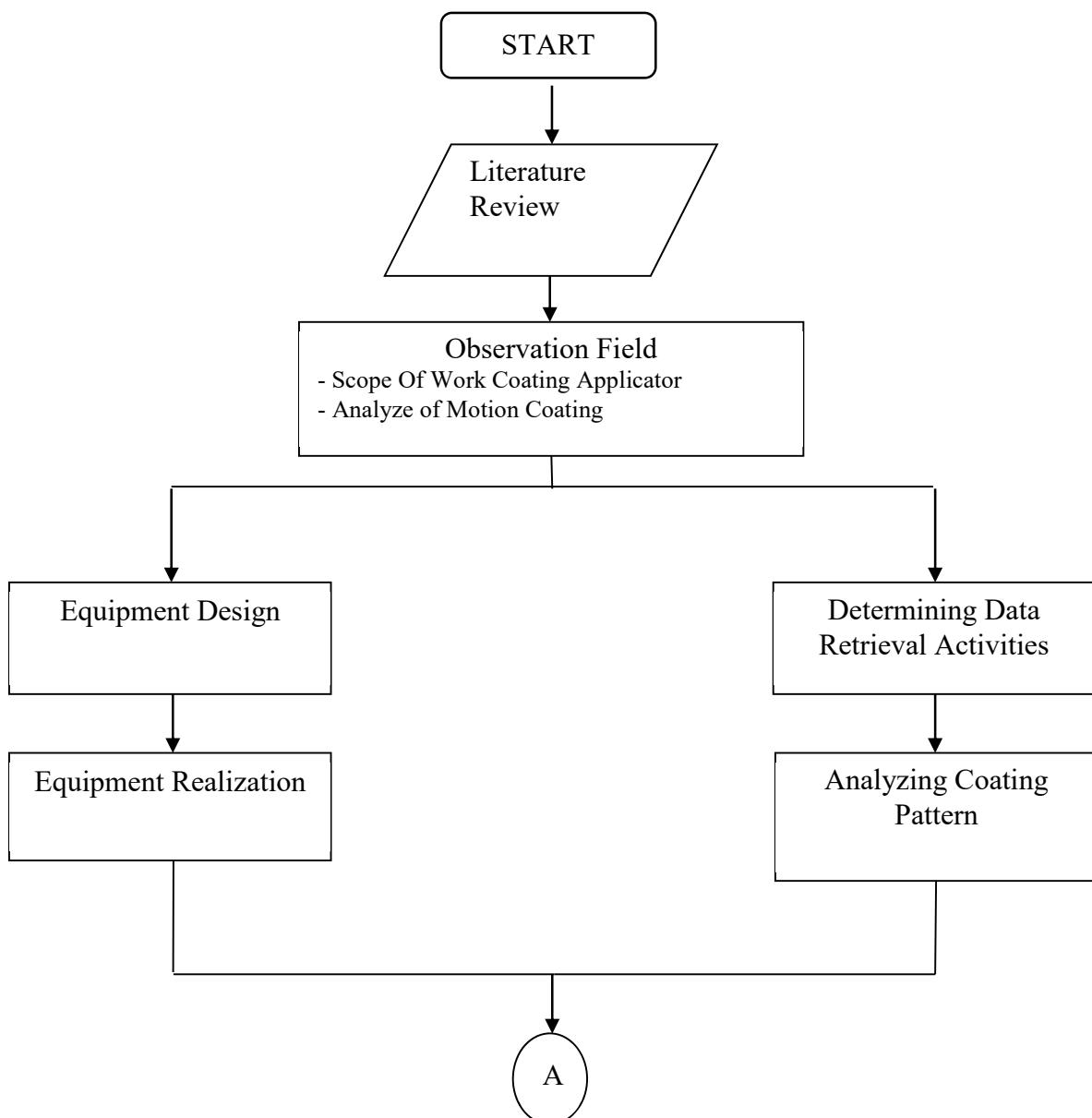
Menjelaskan mengenai hasil-hasil kebijakan publik berbeda dengan tujuan kebijakan publik.

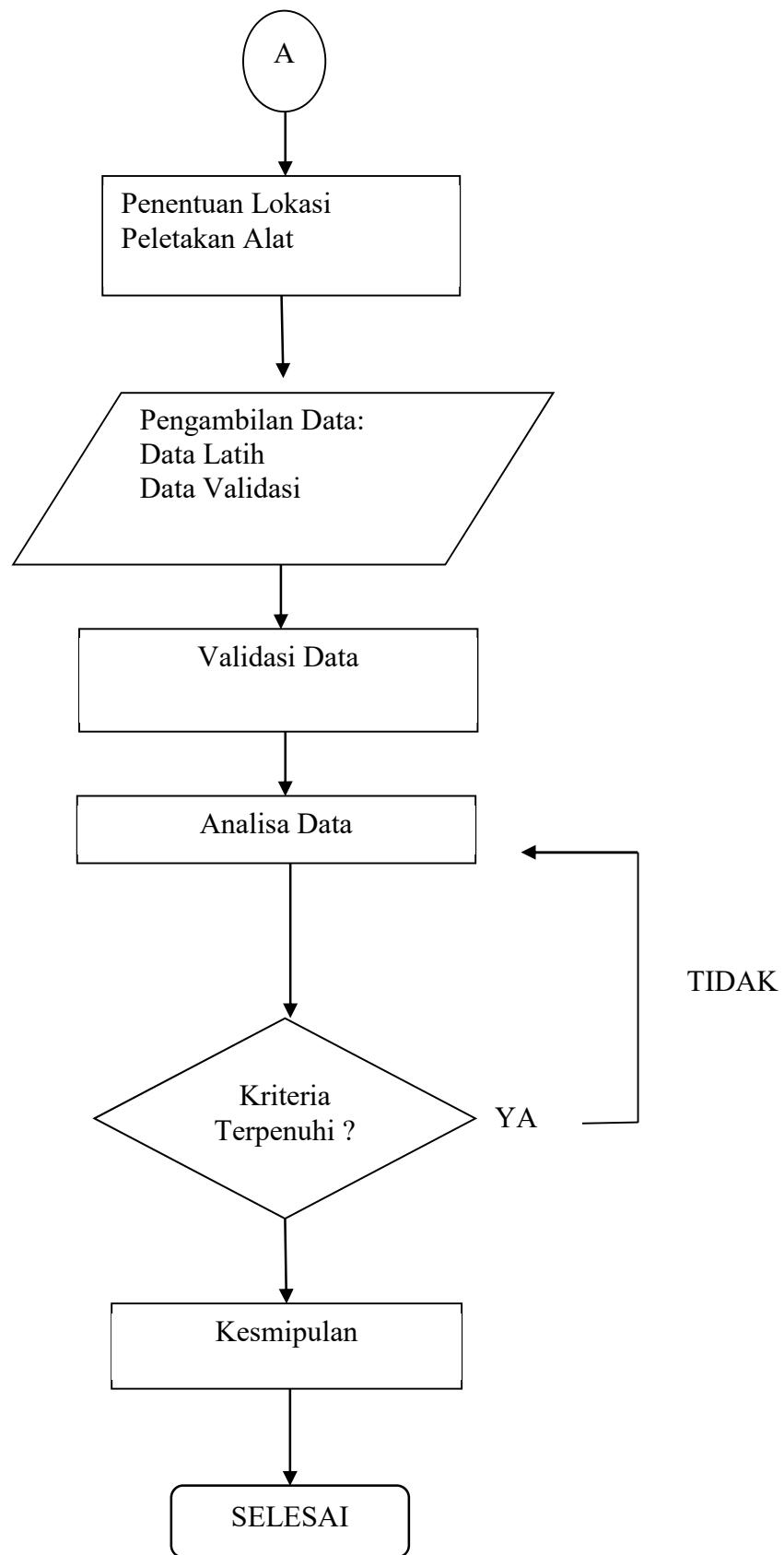
BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Dalam mempermudah memahami evaluasi perkembangan penelitian untuk tugas akhir, diperlukan diagram alir pengerjaan tugas akhir untuk dapat memahami proses yang telah dikerjakan. Secara garis besar pengerjaan tugas akhir ini dapat di jelaskan pada digaram alir sebagai berikut:





Gambar 3.1 Diagram Alir Penggerjaan Tugas Akhir

3.2 Alur Pengerjaan Tugas Akhir

3.2.1 Studi Literatur

Gambar 3.1 dijelaskan proses penggerjaan tugas akhir dimulai dengan mempelajari teori-teori dasar yang berkaitan dengan percobaan ini, sehingga diperoleh pengetahuan dasar untuk pengolahan data dan pemecahan masalah. Studi literatur ini juga dilakukan untuk menentukan kegiatan atau aktifitas yang dilakukan saat pengambilan data dan karakteristik kondisi seorang *coating applicator* sedang melakukan kerja sesuai dengan pekerjaannya. Berikut adalah beberapa referensi yang digunakan pada penelitian:

1. Uslu G, Dursunoglu H.I, Altun O and Baydere S, 2013, “*Human Activity Monitoring with Wearable Sensors and Hybrid Classifiers*”.

Pada literatur tersebut didapatkan mengenai sensor yang dapat digunakan untuk melakukan monitoring terhadap aktivitas atau kegiatan yang dilakukan seorang *coating applicator*. Sensor yang akan digunakan adalah sensor *accelerometer*, *gyroscope*, suhu (*temperature*), serta kelembaban (*humadity*). Sensor-sensor tersebut akan melakukan *logging* atau pengambilan data pada saat *coating applicator* melakukan pekerjaannya yang akan mengeluarkan *output* dalam bentuk koordinat x, y, dan z.

2. Edvardsen, Michael, Joel Rietz. (2017). Thesis. *Sensor-Based Intelligent Positioning and Monitoring System*. Uppsala, SE: Uppsala Universitet.

Pada literatur tersebut didapatkan metode yang digunakan dalam menyelesaikan tugas akhir ini mengenai *motion capture*. Metode yang digunakan adalah IMU (*Inertial Measurement Unit*) dengan menggunakan *Microcontroller Unit* (MCU) sebuah *Arduino Uno*. Dari literatur tersebut juga didapatkan jenis sensor yang akan digunakan yang terdiri dari 2 jenis sensor yaitu sensor *accelerometer* dan sensor *gyroscope*. Masing-masing sensor tersebut akan menghasilkan data pada 3 sumbu koordinat yaitu sumbu x, sumbu y, dan sumbu z. Selain itu pada literatur ini juga didapatkan alternatif lokasi peletakan sensor yang digunakan pada bagian tubuh *coating applicator* yang sedang melakukan kegiatan atau aktivitas kerja.

3. Fathurrahman, Luthfi. (2018). Tugas Akhir. *Sistem Pendekripsi Kondisi Terjatuh Berbasis Accelerometer dan Gyroscope Menggunakan Adaptive Neuro Fuzzy Inference System*. Surabaya (ID) : Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

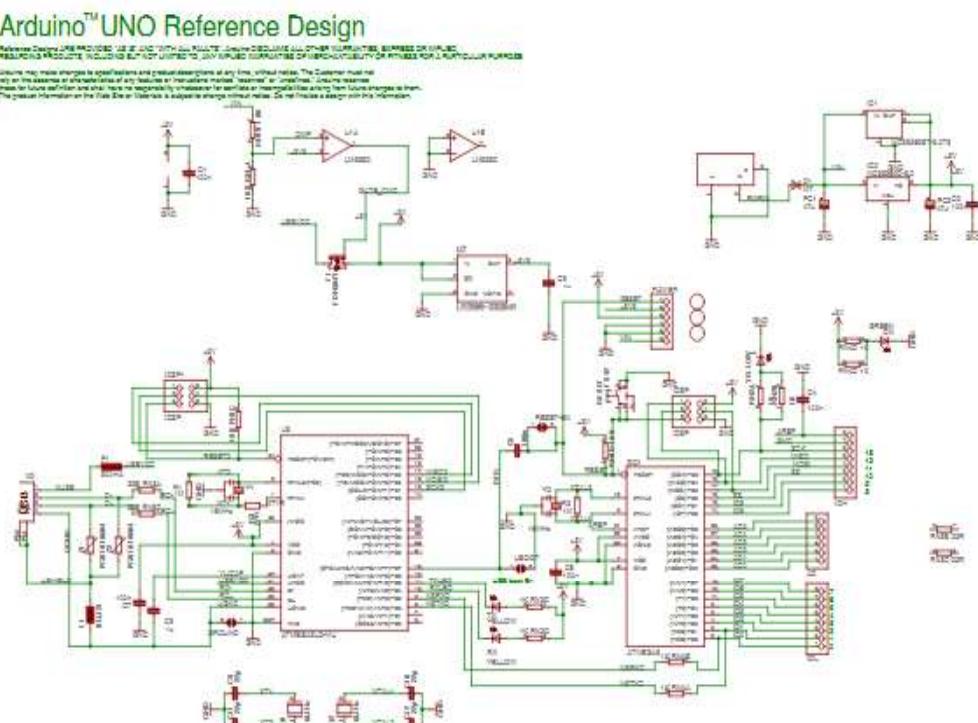
Pada literatur tersebut didapatkan metode yang digunakan untuk melakukan uji validasi data yang telah didapatkan dalam percobaan sebelumnya. Metode ini menggunakan perangkat aplikasi lunak *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS).

3.2.2 Observasi Lapangan

Observasi atau pengamatan merupakan aktivitas terhadap suatu proses atau objek dengan maksud mengamati dan kemudian memahami pengetahuan dari sebuah fenomena berdasarkan pengetahuan dan gagasan yang sudah diketahui sebelumnya, untuk mendapatkan informasi-informasi yang dibutuhkan untuk melakukan suatu penelitian. Observasi dilakukan di PT. PAL Indonesia dan PT. Adiluhung Saranasegara Indonesia dengan *coating applicator* sebagai objek observasi. Pengamatan dilakukan pada *coating applicator* yang sedang melakukan kegiatan atau aktivitas kerja. Fokus utama dari pengamatan yang dilakukan adalah lingkup kerja (*scopes of work*) dan gerakan bagian tubuh *coating applicator* dalam melakukan kegiatan atau aktivitas kerja. Observasi atau pengamatan dilakukan untuk menentukan metode yang tepat untuk penelitian yang dilakukan. Adapun lokasi tempat pengerjaan tugas akhir ini adalah:

- Lokasi : 1. PT. Adiluhung Saranasegara Indonesia
2. PT. PAL Indonesia
- Alamat : 1. Jl. Raya Kabupaten, Desa Ujung Piring, Bangkalan, Madura
2. Jl. Ujung Surabaya PO.BOX.1134, Semampir, Kota Surabaya.

3.3 Perancangan Alat



Gambar 3.2 Skematic Rangkaian Alat (Fathurrahman, 2017)

3.4 Bahan dan Peralatan

Bahan dan peralatan yang digunakan untuk melakukan penggeraan tugas akhir ini adalah:

1. *Arduino Uno R3 (ATMEGA328-Assembled)*
2. Sensor Accelerometer dan Gyroscope (*Sensor Module GY-9150 Gyroscope & Accelerometer*)
3. *Wifi Shield Esp 8266*
4. Kabel Jumper Male to Female Dupont for *Arduino*
5. *USB 2.0 Cable Type A/B*

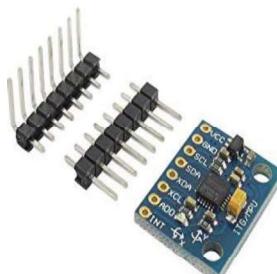
Pada tahap ini alat dirancang dengan beberapa komponen yang meliputi *microcontroller (Arduino Uno)*, *Sensor Module (Accelerometer, Gyroscope)*, dan *Wifi Shield Esp 8266*. Perancangan alat ini dihasilkan sebuah skematik rangkaian seperti yang terangkum pada Gambar 3.2.

3.4.1 Komponen Utama Rangkaian

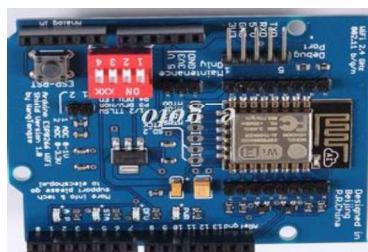
Pada tahapan ini rangkaian alat yang sudah dirancang pada tahapan sebelumnya akan direalisasikan. Gambar 3.3 ditunjukan komponen-komponen yang dibutuhkan untuk merealisasikan alat ini meliputi mikrokontroller (*Arduino Uno*), *Sensor Module (Accelerometer, Gyroscope, Wifi Shield Esp 8266*, Kabel Jumper Male to Female Dupont for *Arduino*, dan *USB 2.0 Cable Type A/B*.



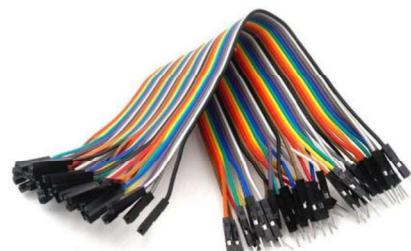
(a)



(b)



(c)



(d)

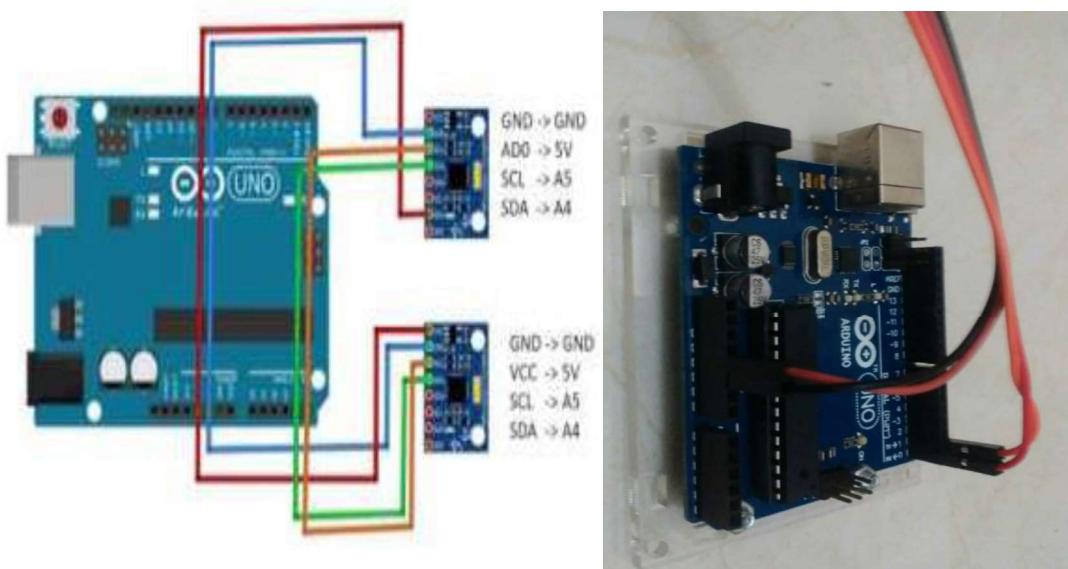


(e)

Gambar 3.3 Komponen-Komponen Alat: (a) *Arduino Uno R3 (ATMEGA328-Assembled)* (*Arduino Uno R3 (ATMEGA328-Assembled)*, 2018), (b) *Sensor Accelerometer dan Gyroscope (Sensor Module GY-9150 Gyroscope & Accelerometer*, 2018) dan (c) *Widi Shield Esp 8266 Module* (d *Kabel Jumper Male to Female Dupont for Arduino*(2018) (e) *USB 2.0 Cable Type A/B* (2018).

3.4.2 *Wifi Shield Esp 8266* dan Realisasi Alat

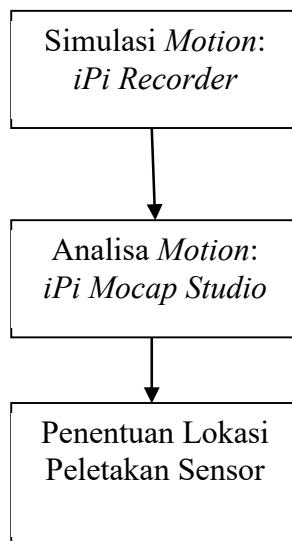
Tahapan ketiga yang dilakukan adalah *wiring* antara *Wifi Shield Esp 8266* dengan *Arduino Uno R3*. Pada tahapan ini bertujuan sebagai koneksi antara *arduino uno R3* dengan perangkat *device* (komputer) *server* yang digunakan. Seperti yang dapat dilihat pada Gambar (c) pada halaman sebelumnya. WiFi (*Wireless Fidelity*) merupakan sebuah teknologi yang memanfaatkan peralatan elektronik untuk bertukar data secara nirkabel melalui sebuah jaringan komputer, termasuk koneksi Internet berkecepatan tinggi. Pada sistem yang akan dibuat transfer data menggunakan *Modul WiFi ESP 8266 Shield*. Gambar 3.4 ditunjukan hasil realisasi alat setelah proses *wiring* untuk setiap kabel selesai dilakukan.



Gambar 3.4 Hasil Realisasi Alat

3.5 Penentuan Peletakan Sensor

Pada tahap ini dilakukan penentuan terhadap peletakan posisi sensor yang akan digunakan pada bagian tubuh *coating applicator* yang sedang melakukan kegiatan atau aktivitas kerja. Penentuan peletakan sensor pada penelitian ini dilakukan dengan melakukan simulasi gerakan kegiatan atau aktivitas kerja yang dilakukan oleh *coating applicator* dengan menggunakan alat *motion capture*. Alat ini digunakan untuk menangkap, memutar ulang, dan memproses rekaman video dari beberapa kamera dan module sensor yang digunakan dalam bentuk kamera *kinect*. Proses rekaman video simulasi kegiatan atau aktivitas kerja menggunakan aplikasi perangkat lunak tambahan yaitu *iPi Recorder*. Sedangkan aplikasi perangkat lunak yang digunakan untuk melakukan analisa gerakan adalah aplikasi *iPi Mocap Studio*. Aplikasi tersebut dapat digunakan untuk menganalisa bagian tubuh yang bergerak paling dominan sehingga menjadi lokasi yang tepat untuk meletakan sensor yang akan digunakan.



Gambar 3.5 Diagram Penentuan Lokasi Peletakan Sensor

Gambar 3.5 merupakan diagram yang digunakan untuk melakukan penentuan terhadap lokasi peletakan sensor yang digunakan sebelum dilakukan pengambilan data.

3.6 Menentukan Kegiatan Pengambilan Data

Pada tugas akhir ini, sensor yang digunakan adalah sensor *accelerometer* dan *gyroscope*. Sensor tersebut nantinya akan diletakkan pada posisi seperti pada Gambar 3.6 dan Gambar 3.8. Sedangkan *arduino* diletakkan di tempat yang berbeda dengan sensor karena *arduino* tersebut akan mengganggu kerja dari seorang *coating applicator* jika diletakkan di tempat yang sama dengan sensor.



Gambar 3.6 Lokasi Modul Sensor Ke-1



Gambar 3.7 Lokasi Modul Sensor Ke-2



Gambar 3.8 Peletakan Microcontroller Arduino

Penentuan peletakan sensor didasarkan pada hasil observasi yang dilakukan oleh penulis di galangan PT. Adiluhung Saranasegara Indonesia, Jalan Raya *Kabupaten*, Desa Ujung Piring, *Bangkalan*, Madura. Observasi dilakukan dengan mengamati kegiatan atau aktivitas yang dilakukan oleh seorang *coating applicator* dalam melakukan pekerjaannya. Tempat yang paling efektif untuk meletakan sensor *gyroscope* adalah pada pergelangan tangan, sedangkan untuk sensor *accelerometer* diletakan pada pinggang bagian belakang.

Gambar 3.6 dijelaskan posisi letak modul sensor *gyroscope* adalah pada pergelangan tangan bawah, sedangkan Gambar 3.7 ditunjukan posisi peletakan sensor *accelerometr* yaitu pada bagian punggung bawah. Untuk posisi peletakan *Microcontroller Arduino* ditunjukan Gambar 3.8.

3.7 Analisa Gerakan

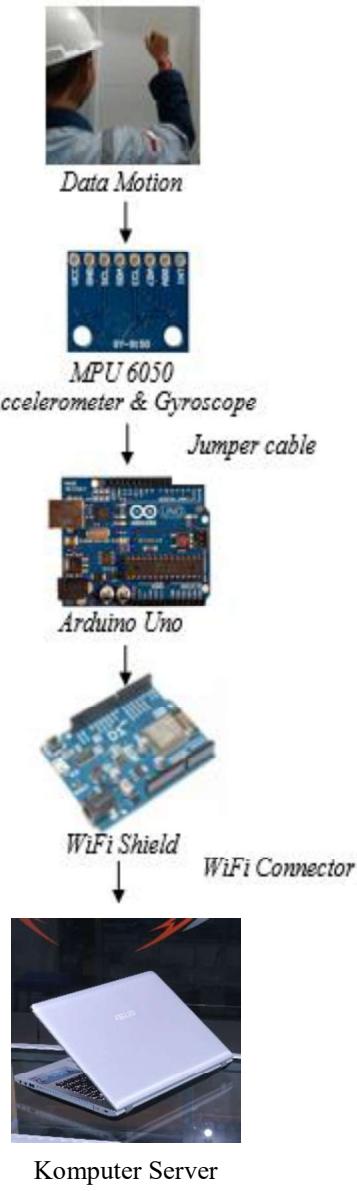
Tahap selanjutnya yaitu melakukan analisa gerakan bagian tubuh *coating applicator* pada saat melakukan suatu kegiatan atau aktivitas kerja. Analisa ini dilaukan dengan alat bantu *Kinect* dengan aplikasi perangkat lunak *iPi recorder* dan *iPi Mocap Studio*. Tujuan dari analisa gerakan ini adalah untuk mendapatkan tempat yang tepat untuk meletakan sensor dari alat yang telah dibuat. Tempat tersebut merupakan tempat yang bergerak paling dominan ketika *coating applicator* melakukan kegiatan atau aktivitas kerja. Tempat tersebut nantinya akan menjadi tempat untuk meletakan sensor yang akan dipasang pada *coating applicator* untuk melakukan *motion capture* (perekaman gerakan). Pembahasan selanjutnya akan dijelaskan pada bab berikutnya berikut dengan contoh yang telah dilakukan dalam melakukan penelitian.

3.8 Pengambilan Data

Pengambilan data terdiri dari dua data yaitu Data Latih dan Data Validasi. Kedua data ini didapatkan dari kegiatan kerja yang dilakukan oleh *coating applicator* dan kegiatan sehari-hari yang biasa dilakukan. Pada saat pengambilan data latih diperlukan satu orang pekerja dalam hal ini adalah seorang *coating applicator* profesional atau bisa dibuktikan dengan sertifikat yang dimilikinya. Hal tersebut dilakukan karena hasil dari data latih tersebut akan dijadikan menjadi sebuah standar atau patokan yang digunakan untuk data-data selanjutnya. Data validasi merupakan rata-rata data latih yang dilakukan pengulangan supaya data latih yang digunakan tersebut valid.

Data tersebut diambil dengan memasangkan alat yang telah dibuat sebelumnya kepada seorang *coating applicator* yang telah melakukan suatu kegiatan kerja atau kegiatan yang telah ditentukan sebelumnya. Alat tersebut akan menghasilkan *output* data berupa koordinat masing-masing 3 axis yaitu ax , ay , az , gx , gy , gz sesuai gerakan yang dilakukan oleh *coating applicator*.

untuk sensor *accelerometer* dan *gyroscope*. Gambar 3.9 merupakan proses pengambilan data yang dikerjakan oleh kedua sensor yang telah dihubungkan sebelumnya dengan *microcontroller*.



Gambar 3.9 *Flowchart Pengambilan Data*

3.9 Analisa Data

Setelah melalui beberapa tahapan, data yang diperoleh akan dianalisa dengan menggunakan perbandingan pola grafik pada gerakan simulasi pengecatan benar dengan simulasi gerakan yang salah. Apabila perbedaan hasil perbandingan kedua grafik terlalu signifikan, maka dapat dikatakan pekerja tersebut sedang tidak bekerja dengan gerakan pengecatan benar. Dari percobaan yang dilakukan didapatkan perbandingan nilai RMSE dari perbandingan gerakan simulasi pengecatan benar dengan simulasi gerakan yang salah dimana

ketika nilai RMSE yang dihasilkan bernilai lebih besar dibandingkan dengan acuan data gerakan simulasi benar, maka dapat disimpulkan pekerja tersebut sedang tidak melakukan pekerjaanya dengan benar.

3.10 Penyusunan Laporan Akhir

Pada tahap ini akan dibahas mulai dari awal sampai akhir penelitian. Semua hal yang dilakukan selama penelitian akan tersusun secara sistematis dan rapi dalam bentuk buku Laporan Akhir.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 4

AKTIFITAS PEKERJAAN *COATING APPLICATOR*

4.1 Kondisi Eksisting Monitoring *Coating applicator*

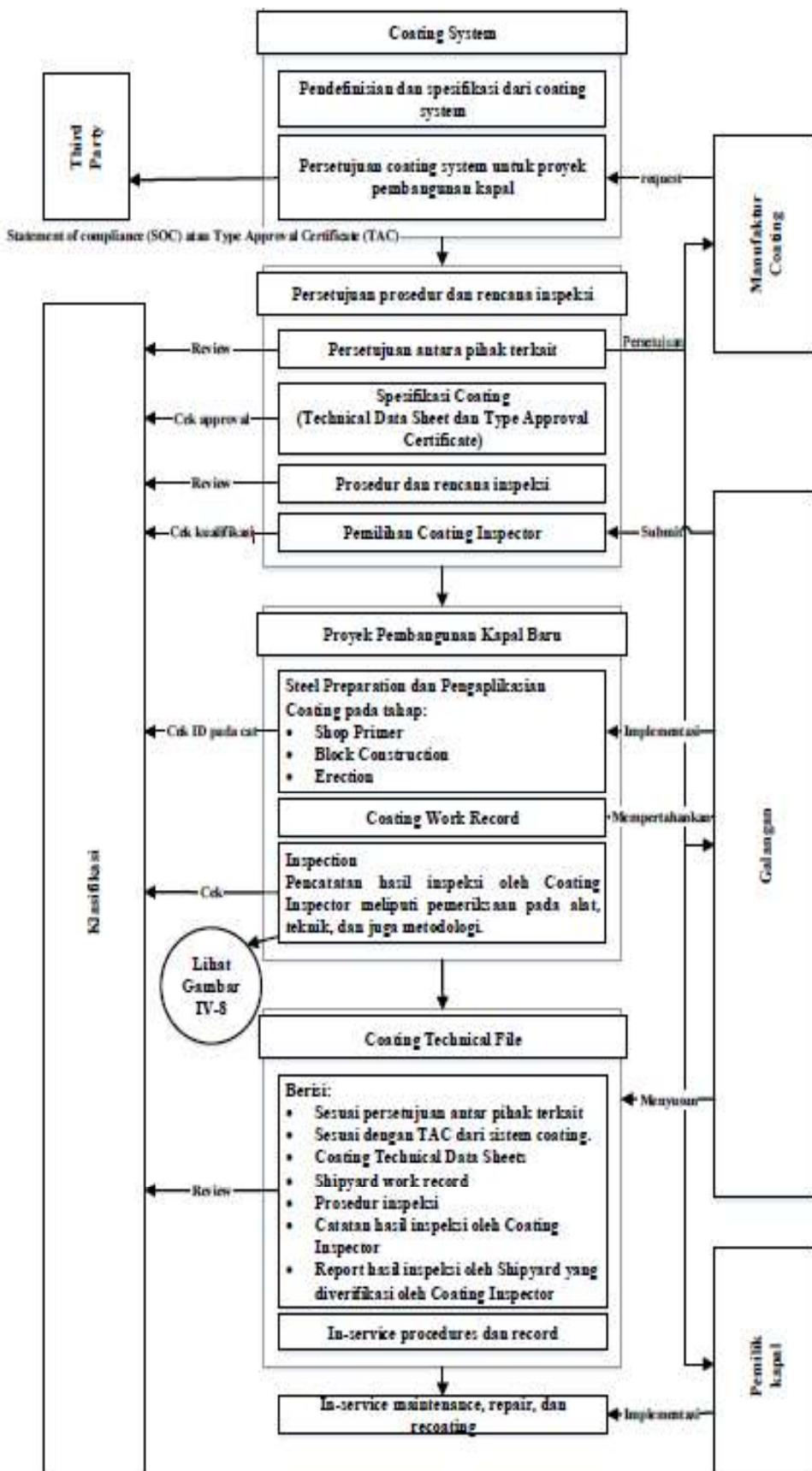
Proses monitoring kinerja *coating applicator* pada galangan saat ini pada umumnya masih menggunakan cara manual, yaitu dengan membutuhkan seorang mandor yang bertugas mengawasi perkerjaan pekerja yang ada dilapangan. Fungsi pengawasan yang dilakukan antara lain adalah:

- a) Menindaklanjuti permintaan pengguna jasa
- b) Mengawasi pengaturan tugas pekerjaan pengecatan
- c) Menyiapkan perintah kerja pengawasan pengecatan
- d) Memberi pengarahan harian pelaksanaan pengecatan
- e) Menghadiri pertemuan koordinasi dilapangan
- f) Memantau jadwal pekerjaan pengecatan
- g) Menyiapkan laporan harian pengecatan
- h) Mengawasi pembersihan lokasi pekerjaan pengecatan

Untuk meningkatkan produktivitas galangan diperlukan terobosan baru dalam hal pengawasan kinerja yang dilakukan, sehingga dibutuhkan perancangan sistem yang baru yang diharapkan lebih praktis dalam memonitoring kinerja *coating applicator*.

4.2 Sistem Pengawasan Pengecatan Bangunan Kapal Baru

Proses pengecatan merupakan salah satu proses yang penting dan wajib dilakukan pada pembangunan kapal baru. Pengecatan kapal dilakukan untuk melindungi kapal dari risiko korosi atau kerusakan lain pada saat kapal dioperasikan hingga jangka waktu tertentu. Umumnya umur perlindungan cat pada kapal berkisar antara 10-15 tahun. Untuk pembagian aktifitas pekerjaan pemeriksaan pengecatan, sebelumnya tiga pihak (*three parties*) yang terdiri dari *owner*, galangan dan manufaktur *coating* telah menentukan perjanjian atau persetujuan apa saja yang harus dilakukan inspeksi (*inspection agreement*) yang terdapat pada persetujuan tiga pihak (*tripartite agreement*).



Gambar 4.1 Alur Proyek Pengecatan Kapal Bangunan Baru

4.2.1 Pihak Terkait dalam Pengecatan Kapal Baru

Gambar 4.1 dijelaskan secara singkat proses pengecatan dalam proyek pengecatan kapal bangunan baru. Dalam hal ini ada beberapa pihak yang terkait dalam kegiatan pengecatan kapal, pihak terkait tersebut antara lain:

- a) Manufaktur *Coating*
- b) Galangan
- c) Administrasi
- d) Badan Klasifikasi
- e) Pemilik Kapal
- f) *Coating Inspector*

Setiap pihak terkait tersebut memiliki peranan yang berbeda. Berikut merupakan penjelasan pihak utama dalam proyek pengecatan kapal bangunan baru yang pada umumnya diterapkan pada galangan kapal:

1. Manufaktur *Coating*

Manufaktur *Coating* memiliki beberapa peranan dalam proses pembangunan kapal, diantaranya adalah sebagai berikut:

- Menyediakan *coating* material, memilih dan menjamin bahwa produk yang digunakan dapat memenuhi target *useful life* selama 15 tahun sesuai dengan yang diisyaratkan PSPC.
- Menyediakan *Technical data sheet* (TDS) dan *Material Safety Data Sheet* (MSDS) sesuai dengan *coating* material yang dipilih.
- Memberikan petunjuk dan bantuan pada galangan dan aplikator *coating* jika diperlukan

2. Galangan

Galangan memiliki beberapa peranan dalam proses pembangunan kapal, diantaranya adalah sebagai berikut:

- Menjamin semua aspek teknis dari PSPC dijalankan dengan menggunakan referensi standar.
- Melaksanakan pengaplikasian *coating* sesuai dengan spesifikasi dari manufaktur *coating* dan dapat memenuhi sesuai dengan standard yang relevan.
- Menjamin sistem *quality assurance* memperhatikan semua aspek aktivitas *coating*, termasuk ketidaksesuaian dan langkah perbaikan yang diperlukan.

3. Badan Klarifikasi

Badan klarifikasi memiliki beberapa peranan dalam proses pembangunan kapal, antara lain adalah sebagai berikut:

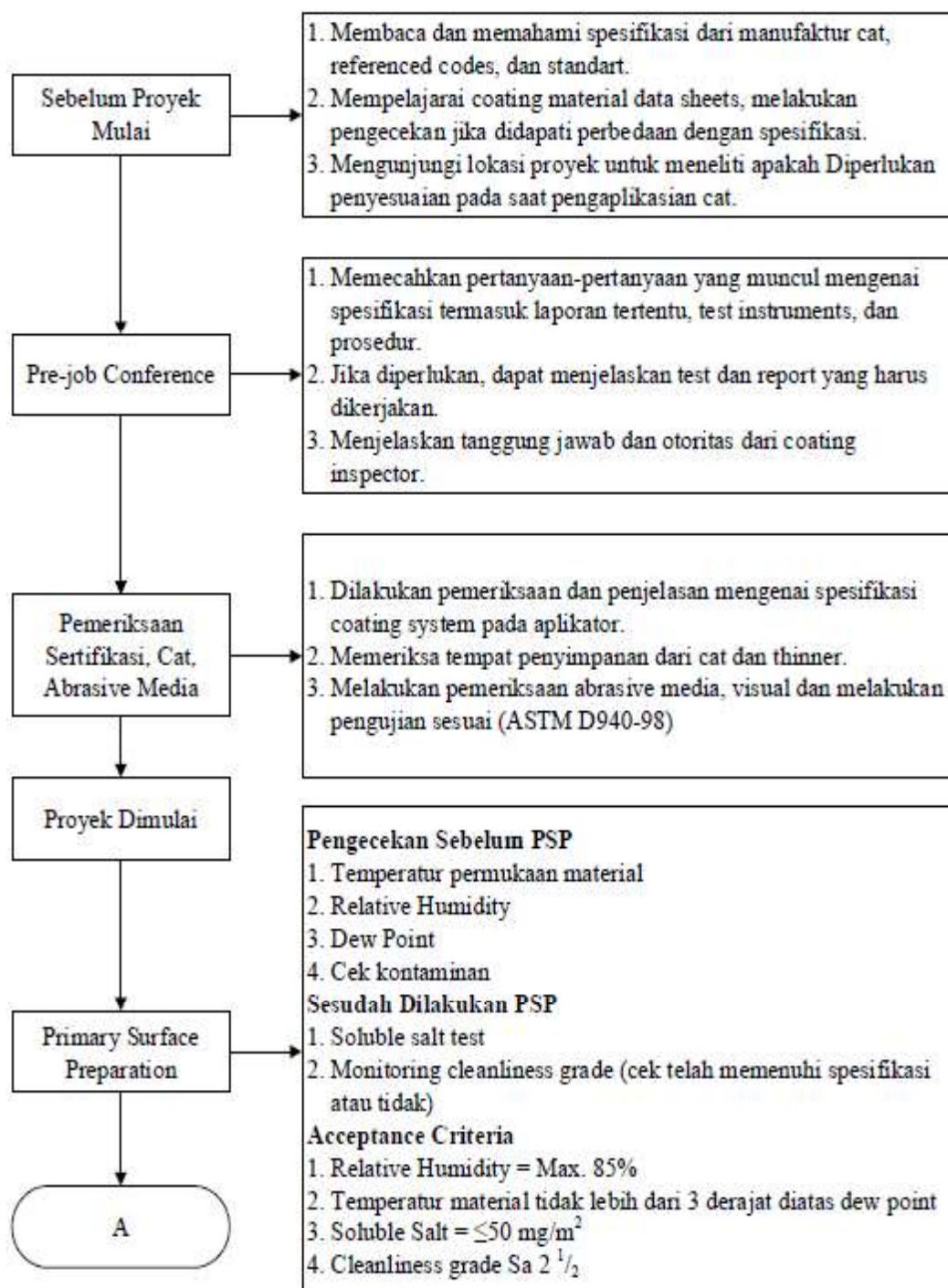
- Melakukan pengecekan pada beberapa dokumen seperti spesifikasi manufaktur *coating*, *technical data sheet*, *material safety data sheet*, dan *type approval certificate* telah sesuai dengan PSPC.
- Identifikasi cat yang digunakan dengan melakukan pencocokan cat yang digunakan dengan *technical data sheet*.
- Kualifikasi dari *coating inspector* yang dipilih. Melakukan pengecekan laporan dari *coating inspektor* pada tahap *surface preparation* dan aplikasi *coating* dan menilai apakah tahapan tersebut telah sesuai dengan *technical data sheet* dan *type approval certificate*.
- Melakukan pengecekan dokumen seperti:
 1. *Shipyard work record* dari aplikasi *coating* yang dilakukan.
 2. *Coating log* yang dibuat oleh *coating inspektor*.
 3. Laporan ketidaksesuaian jika ada dan langkah perbaikan yang dilakukan.
 4. Laporan inspeksi dari galangan yang telah diverifikasi oleh *coating inspector*.
- 4. *Coating Inspector*

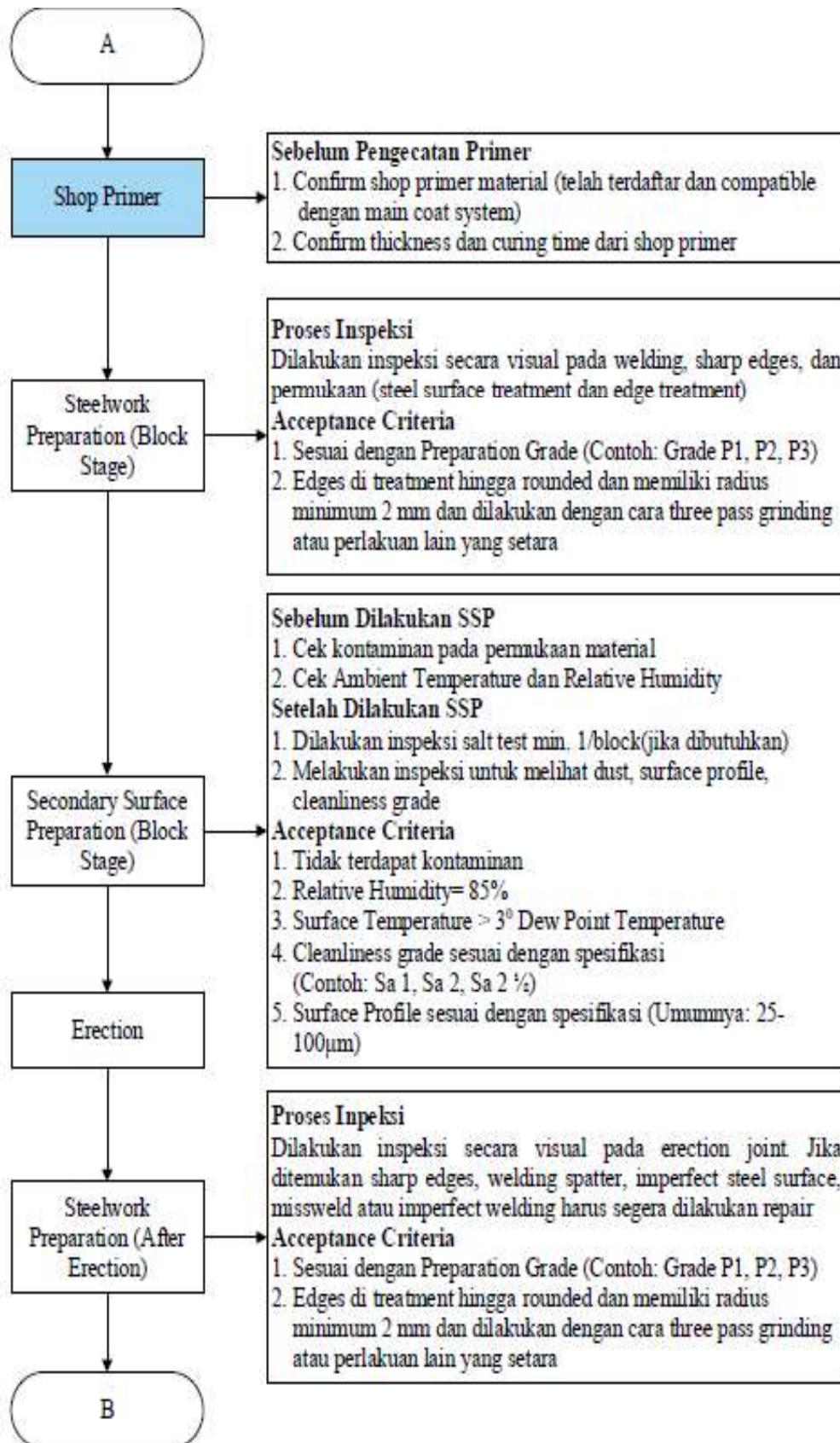
Peranan utama *coating inspector* antara lain:

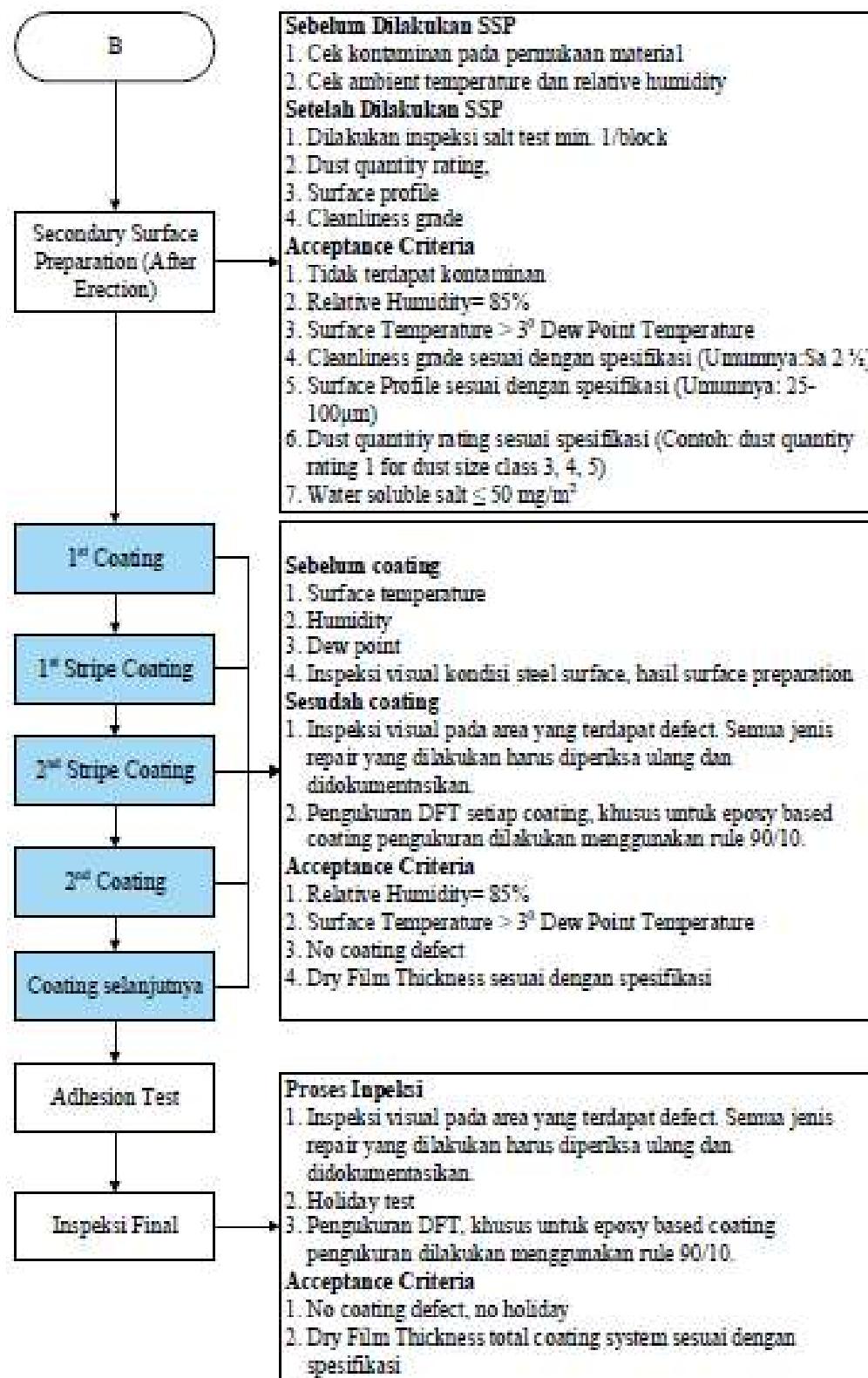
- a) Sebelum pengecatan berlangsung:
 - Membaca dan memahami spesifikasi dari manufaktur cat, referenced codes, dan standart.
 - Mempelajari *coating material data sheets*, melakukan pengecekan jika didapati perbedaan dengan spesifikasi.
 - Mengunjungi lokasi proyek untuk meneliti apakah diperlukan penyesuaian pada saat pengaplikasian cat.
- b) Saat proyek berjalan:
 - Melakukan pekerjaan *quality control* seperti pencatatan dan pembuatan laporan pada proses *quality control* yang dilakukan.
 - Cek pekerjaan yang dilakukan telah memenuhi dan sesuai dengan persyaratan spesifikasi.
 - Memberikan laporan jika terdapat ketidaksesuaian (*non conformities*) dan langkah perbaikan yang relevan.

4.3 Pemeriksaan Pengecatan Bangunan Baru

Pembangunan kapal yang dilakukan diharapkan dapat memiliki standar dan kualitas cat yang sesuai dengan spesifikasi kontrak maka diperlukan pemeriksaan yang sesuai dengan alur pemeriksaan dan persyaratan yang ada. Gambar 4.2 ditunjukkan alur pemeriksaan oleh *coating inspector* pada proyek pengecatan kapal bangunan baru:







Gambar 4.2 Pemeriksaan Pengecatan Bangunan Kapal Baru

4.4 Standar dan Proses Pengecatan Cat Kapal Bangunan Baru

4.4.1 Preparation

Pada tahap persiapan ini dilakukan sebelum proses pengecatan pada material dilakukan. Tahapan ini tidak diperlukan report untuk hasil pemeriksannya. Pemeriksaan yang dilakukan pada tahap persiapan ini antara lain:

a) Pemeriksaan Sertifikasi Aplikator

Pemeriksaan sertifikasi aplikator bertujuan untuk mengetahui kualifikasi dari aplikator cat tersebut. Pemeriksaan ini tidak wajib untuk dilakukan, namun umumnya pemeriksaan ini dapat dilakukan jika memang *owner* menginginkan untuk dilakukan pemeriksaan. Selain memeriksa sertifikat, *coating inspector* juga menanyakan tentang pengalaman aplikator tersebut. Jika ditemui bahwa aplikator tidak terkualifikasi dengan sistem cat yang akan dilakukan, maka *coating inspector* dapat memberikan *training* singkat pada aplikator.

b) Pemeriksaan Cat

Pemeriksaan dilakukan pada tempat penyimpanan cat dan tiner. Cat dan tiner harus disimpan pada area yang memiliki ventilasi baik, tidak panas, dan tidak terkena sinar matahari secara langsung.

c) Pemeriksaan Material Abrasif

Pemeriksaan material abrasif dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya *water soluble ionic contamination*. Percobaan dilakukan pencampuran air dan material abrasif dalam sebuah larutan untuk meluruhkan *soluble salt* yang berada di dalam material. Lalu dilakukan pengukuran konduktifitas untuk mengetahui banyak kontaminan yang terdapat pada material abrasif.

4.4.2 Primary Surface Preparation

Primary Surface Preparation merupakan tahapan pertama yang dilakukan pada material sebelum diproses pada tahap fabrikasi. Pada tahap ini, permukaan material tersebut dibersihkan dari karat, *mill scale*, minyak, grease, dan lain-lain agar terhindar dari cacat prematur yang mempengaruhi kualitas dari cat tersebut. *Primary Surface Preparation* merupakan hal yang vital dan termasuk sebagai fondasi dari *coating*. Untuk proyek kapal bangunan baru yang memakai standard IMO PSPC sebagai acuan, mengharuskan material yang telah dilakukan *surface preparation* untuk memiliki *surface cleanliness* level Sa 2 ½ dan *surface profile roughness* 30-75 µm.

4.4.3 *Shop Primer*

Pengaplikasian *shop primer* dilakukan secepatnya setelah dilakukan *primary surface preparation*. Cat *shop primer* yang merupakan penghambat karat digunakan untuk memproteksi material dari kerusakan akibat kondisi udara setelah dilakukan proses fabrikasi. Pada pembangunan kapal baru, *shop primer* diaplikasikan pada material dan profil sebelum dilanjutkan ke tahap fabrikasi dan *assembly*. *Shop primer* dapat dilas dan digunakan untuk memproteksi permukaan material dari korosi pada saat proses pembangunan sampai dengan *final paint system* diaplikasikan.

4.4.4 *Steelwork Preparation (Block Stage)*

Blok yang akan diblasting diharuskan untuk di *steel treatment* terlebih dahulu. *Steel treatment* merupakan proses penghilangan ujung-ujung tajam pada bagian konstruksi kapal akibat dari proses fabrikasi dan *assembly* seperti *cutting*, *welding* dan lain-lain. Berdasarkan persyaratan IMO PSPC, ujung-ujung yang tajam harus digerinda hingga *rounded* dengan ukuran radius minimum 2 mm. Ujung-ujung tajam sering dijumpai pada bagian *scallop*, *lightening holes*, ujung bebas pada *flange*, *T-shape stiffener*, dan lain-lain.

4.4.5 *Steelwork Preparation (After Erection)*

Blok yang telah di *erection* perlu diterapkan proses *steel treatment* yang kedua terlebih dahulu sebelum dilanjutkan ke proses *blasting* yang kedua. *Steel treatment* merupakan proses penghilangan *defect* pada bagian *joint erection* agar kualitas cat yang dihasilkan dapat sesuai dengan standar. Setelah tahap ini selesai diaplikasikan, ada bagian yang harus diperhatikan antara lain:

a) Bagian *Sharp Edge*

Pemeriksaan secara visual dilakukan pada bagian yang memiliki ujung-ujung lancip. Jika ditemui ujung lancip maka harus dilakukan *repair* dengan metode *three pass grinding* hingga *rounded* dan memiliki radius minimum 2 mm.

b) Sambungan Las

Pemeriksaan secara visual dilakukan pada setiap sambungan las untuk melihat ada tidaknya *miss weld* dan *defect* pengelasan seperti *porosity*, *welding spatter*, *welding beads* yang tinggi, dan lain-lain.

c) *Steel Surface*

Pemeriksaan yang dilakukan secara visual untuk memastikan kondisi pada permukaan material.

4.4.6 Second Surface Preparation

Surface preparation kedua ini dilakukan setelah proses *assembly* blok selesai. *Surface preparation* ini berfungsi untuk menghilangkan karat dan kontaminan lain yang terdapat pada material sebelum dilakukan proses *coating* selanjutnya.

4.4.7 Pengaplikasian Coating

Tahap ini merupakan tahap penerapan *coating* pada permukaan material yang telah dilakukan *secondary surface preparation*. Pengaplikasian *coating* dianjurkan untuk dilakukan sesegera mungkin setelah dilakukannya *secondary surface preparation* agar permukaan material tersebut tidak terkontaminasi sehingga produk cat yang dihasilkan sesuai dengan standar. Jika ditemukan kontaminan pada material maka harus segera dibersihkan sesuai dengan rekomendasi *Coating Manufacture*. Metode pengecatan yang pada umumnya digunakan adalah dengan *brushing*, *rolling*, atau *spraying*.

Setelah *coating* selesai diaplikasikan, Pengukuran *Wet Film Thickness* pada setiap *spray coat* dilakukan agar ketebalan *coating* yang disyaratkan dapat tercapai. Pemeriksaan secara visual pada hasil *stripe coat* diaplikasikan pada bagian *weld seam* dan *edge*, dimana *stripe coat* ini harus dilakukan dengan *brush* atau *roller*. Untuk *roller*, digunakan pada bagian *scallops*, *ratholes*, dan lain-lain. Hasil *stripe coat* harus menampilkan visual *film formation* yang bagus dan tidak terdapat *defect* seperti *pores* dan *un-wet area*.

4.4.8 Pemeriksaan Akhir

a) Pengukuran Dry Film Thickness

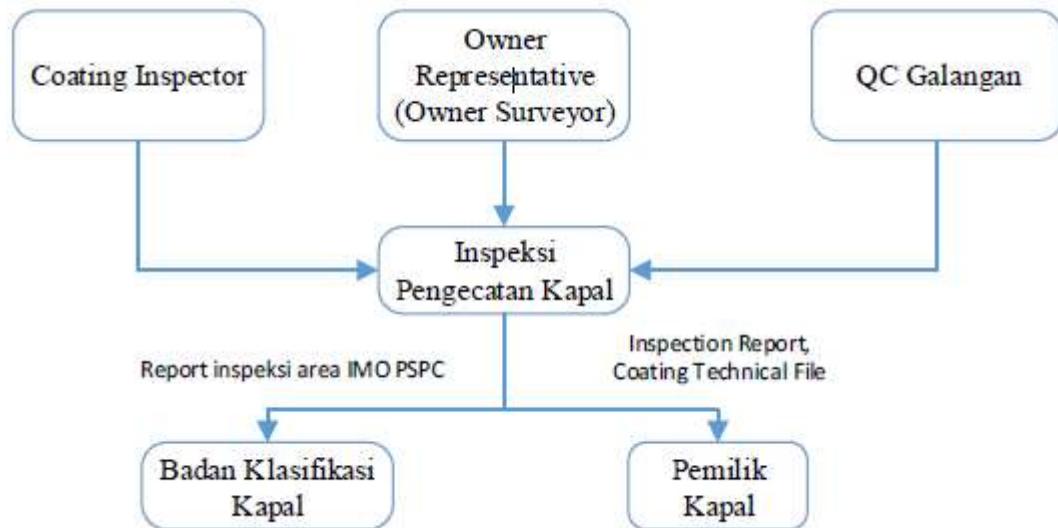
Pencacatan *Dry Film thickness* pada *final coat*. Pemilihan lokasi titik pengukuran disesuaikan dengan standard Annex 3 PSPC. Selain itu, pengukuran DFT ini dilakukan dengan *rule 90/10* sesuai dengan yang dianjurkan oleh 91 PSPC. Maksud dari *Rule 90/10* ini adalah dari 90% titik pengukuran yang diambil, nilai dari DFT harus lebih besar atau sama dengan NDFT (*Nominal Dry Film Thickness*) dan sisanya sebesar 10% tidak boleh kurang dari $0,9 \times \text{NDFT}$. Ketebalan DFT maksimum disesuaikan dengan spesifikasi yang diberikan oleh *Coating Manufacture*.

b) Repair

Melakukan pemeriksaan secara visual pada permukaan material untuk mengetahui *defect*. *Coating inspector* harus memberikan tanda dan cara perbaikan yang dilakukan jika didapati *defect* seperti *pin-holes*, *bubbles*, *voids*, dan lain-lain. Semua proses perbaikan yang dilakukan harus di cek ulang dan di dokumentasikan.

4.4.9 Proses Penyampaian Laporan

Alir proses penyampaian laporan pemeriksaan pengecatan kapal bangunan ditunjukkan Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Diagram Proses Penyampaian Laporan *Coating*

Gambar 4.3 dijelaskan bahwa inspeksi pengecatan kapal dilakukan oleh tiga pihak yaitu *Coating Inspector*, *Owner Representative (Owner Surveyor)*, dan *QC Galangan*. Pekerjaan inspeksi yang dilakukan sesuai dengan inspection agreement pada *tripartite agreement*. *Coating inspector* bertanggung jawab untuk melakukan pelaporan hasil inspeksi pada area yang diatur IMO PSPC kepada badan klasifikasi kapal. Sedangkan *QC Galangan* memiliki tugas untuk melakukan pelaporan hasil inspeksi harian dan pembuatan *Coating Technical File* kepada pemilik kapal. *Owner Surveyor* juga ditugaskan untuk melakukan pemeriksaan jika diperlukan dan merupakan salah satu pihak yang melakukan *approval* atau *submit* laporan inspeksi.

4.5 Pengawasan Kinerja dengan *Wearable Device*

Wearable device yang digunakan dapat mengidentifikasi aktifitas yang dilakukan oleh *coating applicator* dengan cara merekam gerakan yang dilakukan menggunakan sensor *gyroscope*, dan *accelerometer* pada *m*. Sensor gerakan akan dikalibrasi sesuai dengan aktifitas yang dibedakan berdasarkan metode pengecatan yang diterapkan. Peletakan sensor diutamakan pada bagian tubuh yang paling dominan bergerak saat melakukan pengecatan.

4.5.1 *Manual Brushing (Kuas)*

Penggunaan metode ini hanya dapat digunakan pada daerah-daerah tertentu seperti pada bagian batasan dua cat, bagian yang sulit dijangkau, dan pada bagian-bagian yang rata. Pola gerakan yang dilakukan adalah diawali kearah kiri atau kanan, kearah atas atau bawah. Gerakan

kuas juga dapat bergerak konsisten menuju arah kiri saja dan atau kearah kanan saja. Berbeda-beda tergantung dengan tingkat kesulitan daerah yang sedang dikerjakan. Penggunaan kuas pada daerah yang sempit ditunjukan Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Penggunaan Metode *Manual Brushing*

Bagian tubuh yang paling sering bergerak pada saat *coating applicator* menggunakan kuas adalah bagian pergelangan tangan, dimana pergelangan bergerak lebih dominan ketika kuas bergerak kearah kiri dan ke kanan ataupun bergerak arah ke atas dan ke bawah. Dengan demikian perkiraan awal peletakan sensor akan di tempatkan pada pergelangan tangan bagian bawah yang merupakan bagian tubuh yang paling sering bergerak ketika menggunakan kuas saat pengecatan berlangsung.

4.5.2 *Manual Rolling*

Pengaplikasian *roller* yang dilakukan oleh *coating applicator* pada galangan pada umumnya digunakan untuk mengecat material dengan permukaan bidang yang datar dan luas. *Roller* normal tidak dapat digunakan untuk melakukan pengecatan permukaan yang kecil atau objek seperti gading, diperlukan *roller* dengan desain khusus agar dapat digunakan untuk pengecatan pada bagian tersebut. Setelah dilakukan analisa, didapatkan beberapa *motion* yang digunakan ketika *coating applicator* mengecat dengan *roller* yaitu gerakan dengan pola zig-zag seperti membentuk huruf M besar dan dilanjutkan dengan gerakan untuk mengisi kekosongan yang ditinggalkan sebelumnya, selain itu terdapat *motion* yang diawali dari arah atas ke bawah ataupun sebaliknya. Pola gerakan yang digunakan berbeda-beda tergantung dengan tingkat kesulitan daerah yang sedang dikerjakan seperti Gambar 4.5



Gambar 4.5 Penggunaan Metode *Manual Rolling*

Bagian tubuh yang dominan bergerak pada saat *coating applicator* menggunakan *roller* adalah bagian pergelangan tangan bagian bawah, dimana pada bagian tersebut lebih aktif dibandingkan bagian tubuh lain ketika *roller* bergerak kearah ke atas dan ke bawah ataupun bergerak dengan pola zig-zag seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya. Dengan demikian perencanaan awal peletakan sensor akan di tempatkan pada pergelangan tangan yang merupakan bagian tubuh yang paling dominan bergerak ketika menggunakan *roller* saat pengecatan berlangsung.

4.5.3 *Automatic Airless Spray*

Penggunaan *airless spray* berbeda dibanding kedua alat sebelumnya, dimana *spray* bekerja tanpa ada udara bertekanan yang digunakan agar terjadi atomisasi. Atomisasinya terjadi karena adanya tekanan *hidraulik* pada cat yang ditransportasikan ke suatu celah yang sempit (*nozzle*) pada *spray gun* sehingga terjadi pengabutan.

Pola gerakan yang dilakukan saat menggunakan *airless spray* pada umumnya dimulai dari arah kiri ke kanan, atau kearah atas bawah yang dilakukan tanpa berhenti sebelum bidang yang akan dicat selesai. Dari pengamatan yang telah dilakuakn, bagian tubuh yang dominan bergerak pada saat *coating applicator* menggunakan *airless spray* adalah bagian pergelangan tangan bagian bawah, dimana pada bagian tersebut lebih sering bergerak dibandingkan bagian tubuh lain ketika *airless spray* bergerak kearah ke atas dan ke bawah ataupun bergerak kearah kanan dan kiri ditunjukan Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Penggunaan Metode *Automatic Airless Spray*

4.6 *Motion Capture Software*

4.6.1 *Iclone*

iClone adalah *software* pembuat animasi 3D yang dilengkapi dengan berbagai model aktor digital, sampel lingkungan, efek visual dan bebagai macam fitur - fitur pendukung lain untuk membuat animasi 3D dengan mudah, cepat. Salah satu perbedaan yang mencolok di *iClone* 7 dengan *software* – *software* 3D lainnya adalah *iClone* 7 dirancang khusus untuk membuat clip atau film animasi 3D yang ditandai dengan letak produksinya atau menu – menu yang tersusun secara teratur sesuai standar pembuatan film animasi dan dapat digunakan untuk menganalisa gerakan objek yang ditampilkan, berikut daftar menu dari *software iClone* 7:

1. Pengaturan *Stage* (Pemilihan lokasi cerita)
2. *Set* (Menambahkan file tambahan seperti pohon, rumput, rumah, dll)
3. *Actor* (Memasukkan tokoh - tokoh dalam cerita animasi)
4. *Media* (*Dubbing*, memambahkan suara latar cerita atau film animasi)
5. *Export* (Mengekspor file film animasi dengan beberapa pilihan format video dan resolusi)

Berdasarkan kebutuhan sistem dan spesifikasi komputer yang ditunjukkan di atas dapat disimpulkan bahwa *iClone* 7 termasuk *software* pembuat animasi 3D yang dapat dijalankan dengan baik walaupun di komputer atau laptop dengan spesifikasi yang standar.

4.6.2 Motion Capture



Gambar 4.7 Motion Calibration

Gambar 4.7 ditunjukkan bahwa *software iclone* memerlukan beberapa titik pada objek untuk dijadikan acuan *motion capture*. Device *Kinect Xbox One* diperlukan sebagai perantara untuk mengkonversi *motion* dari keadaan sebenarnya menjadi gerakan yang ada dalam *software*.



Gambar 4.8 Motion Calibration Finished

Gambar 4.8 ditunjukan bahwa pengkalibrasian *motion* telah selesai dilakukan dengan berubahnya *background* menjadi biru beserta titik pusat gerakan muncul pada beberapa bagian objek. *Motion* yang telah direkam akan disimpan pada *timeline software* dan akan diterapkan pada karakter yang telah ditentukan pada tahap sebelumnya.

4.7 Penentuan Lokasi Peletakan Sensor

Langkah selanjutnya yang dilakukan adalah melakukan analisa terhadap bagian tubuh yang menjadi gerakan utama seorang *coating applicator* melakukan suatu kegiatan atau aktivitas. Pada sub-bab sebelumnya telah ditentukan bagian tubuh yang melakukan gerakan utama dalam suatu kegiatan atau aktivitas *coating applicator*. Bagian tubuh tersebut adalah pergelangan tangan kanan bawah dan punggung bawah. Pada sub-bab ini akan ditentukan lokasi peletakan sensor pada bagian tubuh yang melakukan gerakan utama. Akan ditentukan lokasi pemasangan sensor yang digunakan dengan pertimbangan pada lokasi tersebut terjadi perubahan gerakan yang signifikan sehingga mudah untuk dibedakan dengan kegiatan yang lainnya.

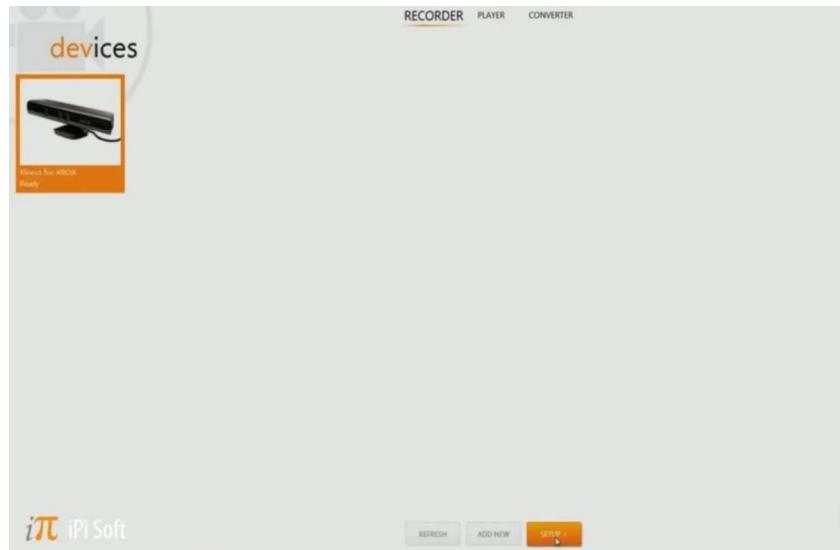
4.7.1 Simulasi Gerakan

Simulasi gerakan dilakukan dengan menggunakan bantuan aplikasi perangkat lunak *iPi Recorder* yang disediakan oleh *iPi Soft LCC* untuk menangkap, memutar ulang, dan memproses rekaman video dari beberapa kamera dan modul sensor. Aplikasi perangkat lunak ini dapat digunakan untuk melakukan simulasi gerakan dari kegiatan atau aktivitas yang dilakukan oleh seorang *coating applicator* yang telah ditentukan sebelumnya. Kegiatan atau aktivitas tersebut di simulasikan oleh seseorang yang melakukan gerakan yang sama dengan kegiatan *coating applicator* yang sebelumnya telah dilakukan observasi. Aplikasi perangkat lunak *iPi Recorder* akan melakukan penangkapan video dari simulasi tersebut. Perangkat pendukung lainnya adalah kamera dan modul sensor yang sudah terdapat dalam satu kesatuan *device kinect*. Teknologi perangkat lunak *Kinect* telah dibahas pada bab sebelumnya. Adapun hal yang dilakukan untuk melakukan simulasi gerakan adalah sebagai berikut:

1. Pemilihan *Device* (Perangkat)

Pemilihan *device* merupakan tahap awal perekaman. Pada tahap pertama ini dilakukan pemilihan perangkat yang digunakan pada aplikasi *software iPi Recorder*. Langkah berikutnya akan ditampilkan daftar kamera/sensor ang tersedia di sistem yang didukung oleh aplikasi *software* lunak *iPi Recorder*. Adapun perangkat yang digunakan adalah *Kinect* yang merupakan kamera serta module sensor yang digunakan untuk menangkap

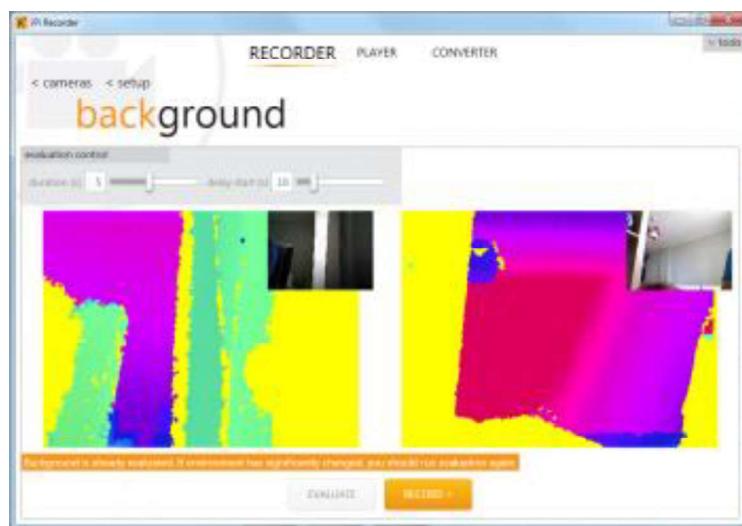
gerakan yang akan disimulasikan. Pilih (mengklik) kamera yang digunakan dan selanjutnya tekan tombol *SETUP* untuk melanjutkannya seperti pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Pemilihan Device Kinect software iPi Soft Recorder

2. Menentukan *Background*

Sebelum memulai untuk merekam kegiatan simulasi, harus dilakukan evaluasi terhadap latar belakang (*background*) adegan. Latar belakang adalah gambar hanya objek statis (tidak bergerak) yang akan di *capture* (tangkap) oleh perangkat kamera. Latar belakang digunakan untuk mengompresi video dengan metode pengurangan latar belakang. Pilih (mengklik) tombol *EVALUATE* untuk menentukan latar belakang adegan yang akan digunakan. Pastikan latar belakang tersebut tidak ada benda yg bergerak seperti pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Pengenalan *Background*

3. Recording Simulasi Kegiatan



Gambar 4.11 Recording Motion

Perekaman adegan kegiatan dilakukan dengan menekan tombol *START* dan menekan tombol *STOP* untuk berhenti merekam. Hasil video yang direkam oleh *iPi Recorder* akan otomatis tersimpan pada perangkat komputer yang digunakan. Aplikasi perangkat lunak ini dapat melakukan penangkapan, perekaman, dan pemutaran kembali gerakan yang telah direkam seperti pada Gambar 4.11.

Setelah merekam simulasi gerakan kegiatan yang dilakukan oleh *coating applicator*, langkah selanjutnya adalah melakukan analisa dengan menggunakan aplikasi perangkat lunak *iPi Mocap Studio* untuk menentukan bagian tubuh yang dominan dalam melakukan kegiatan-kegiatan yang telah dijelaskan pada sub-bab sebelumnya.

4.7.2 Analisa Gerakan

Perangkat *Kinect Xbox One* diperlukan sebagai alat untuk melakukan analisa penentuan lokasi peletakan sensor menggunakan video hasil rekaman yang telah dilakukan menggunakan aplikasi perangkat lunak *iPi Mocap Studio*. Aplikasi perangkat lunak ini digunakan untuk melakukan pemindahan gerakan dari peraga yang telah melakukan rekaman video dengan menggunakan *iPi Recorder* ke sebuah karakter lain.

Karakter inilah yang akan menirukan gerakan yang sama dengan peraga yang melakukan simulasi. Tujuannya adalah memudahkan dalam melakukan analisa gerakan sehingga akan didapatkan bagian tubuh yang dominan saat melakukan kegiatan yang dilakukan dan bagian tubuh tersebut akan efektif jika dijadikan sebagai tempat peletakan sensor yang akan dipasang pada tubuh pekerja.



(a)



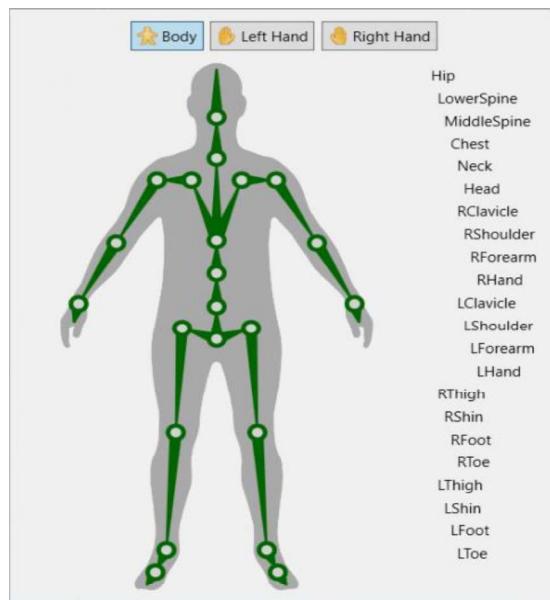
(b)



(c)

Gambar 4.12 Hasil Simulasi *iPi Recorder* Perubahan Gerakan pada Kegiatan *Brushing* dengan menggunakan Kuas: (a) gerakan pertama, (b) gerakan kedua, (c) gerakan ketiga.

Gambar 4.12 dijelaskan gerakan tangan kanan pekerja yang menjadi gerakan utama dalam kegiatan *brushing* dengan kuas. Penentuan bagian tubuh mana yang melakukan gerakan yang signifikan menggunakan aplikasi perangkat lunak ini dilakukan dengan cara memilih (mengklik) tab menu *Pose* pada *iPi Mocap Studio*. Pada tab *Pose* akan diperlihatkan koordinat (*axis*) dari setiap sumbu yaitu x, y, dan z untuk tempat yang dipilih dalam satuan waktu tertentu. Informasi yang didapatkan adalah nilai koordinat translasi pada tab menu *Global Translation* dan juga nilai informasi rotasi pada tab menu *Global Rotation*. Terdapat 2 tempat yang disediakan oleh *iPi Mocap Studio* yang dapat dianalisa pada bagian tubuh tangan kanan yaitu pergelangan tangan bawah dan bagian punggung bawah. Langkah yang sama dilakukan untuk penentuan posisi peletakan sensor pada bagian tubuh punggung. Terdapat 3 tempat yang dapat dijadikan untuk pemasangan sensor yang digunakan yaitu *Lower Spin* (punggung bawah), *Middle Spin* (punggung tengah), dan *Chest* (punggung atas). Gambar 4.13 dijelaskan tentang informasi yang didapatkan dari *iPi Mocap Studio*.



Gambar 4.13 Detail joint *iPi Mocap Studio*

Setelah dilakukan analisa pada bagian-bagian tubuh yang merupakan gerakan utama dari kegiatan yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya ditentukan bahwa posisi atau letak bagian tubuh yang paling signifikan melakukan perubahan untuk semua kegiatan adalah bagian *Right Fore Arm* (pergelangan tangan kanan bawah) dan *Lower Spin* (punggung bawah).

4.8 Pengawasan Kinerja

Dalam proses pembangunan kapal setiap pemilik selalu mengharuskan adanya pengawasan dan pemeriksaan terhadap kinerja pekerja dalam setiap prosesnya. Pengawasan tersebut harus dilakukan untuk menjamin setiap pekerja bekerja dengan efektif sesuai dengan

jam kerja yang telah ditentukan sebelumnya. Permasalahan yang terjadi saat ini adalah keterlambatan pengerjaan pembangunan kapal yang salah satu penyebabnya adalah efektivitas dan kinerja para pekerja.

Banyak para pekerja yang masih belum menggunakan jam kerjanya secara maksimal yang menyebabkan tingkat efektivitas kinerja pekerja rendah. Selain itu kegiatan pengawasan juga dilakukan demi menjaga standar kualitas pengerjaan kapal tersebut sesuai dengan peraturan Biro Klasifikasi, spesifikasi teknis, kontrak, gambar/*drawing* dari kapal tersebut, dan standar dari pihak galangan tersebut. Untuk mempermudah pembagian aktifitas pengawasan dan pemeriksaan maka pihak galangan, pihak pemilik kapal, bersama pihak Biro Klasifikasi memiliki acuan yaitu *Inspection and Test Plan* (ITP).

4.8.1 Alur Pengawasan Kinerja

Selain ITP (*Inspection and Test Plan*) terdapat juga prosedur pemeriksaan dimana terdapat alur pemeriksaan mulai dari intern galangan hingga ekstern galangan. Prosedur pemeriksaan meliputi:

a. Pengawasan Intern Galangan

Pengawasan intern galangan adalah pengawasan yang dilakukan oleh pihak galangan sendiri, oleh unit pengendalian mutu galangan. Pengawasan yang dilakukan pada tingkat bengkel dilakukan oleh kepala bengkel/kepala seksi, jika ditemukan kesalahan maka dilakukan perbaikan oleh pekerja. Apabila dalam pengerjaan sebuah blok atau bagian-bagian kapal lainnya dikerjakan oleh pihak subkontraktor maka hasil pengerjaan harus terlebih dahulu diperiksa oleh *supervisor/foreman* subkontraktor tersebut. Baru selanjutnya akan diperiksa pihak QC (*Quality Control*) dari galangan. Dalam kegiatan pengawasan di lapangan QC adalah penanggung jawab kualitas pengerjaan di kapal maupun di bengkel produksi dan QC juga merupakan pihak dari galangan yang memeriksa ketepatan (*accuracy check*) pengerjaan, jika tidak ditemukan kesalahan, maka pihak QC mengundang pihak QA (*Quality Assurance*) dengan membuat undangan pemeriksaan/pengawasan (UP).

b. Pengawasan Ekstern Galangan

Pengawasan ekstern galangan adalah pengawasan yang dilakukan oleh pengawas yang berasal bukan dari galangan itu sendiri dan pengawasan yang dilakukan setelah pengawasan internal galangan. Semua proses pembangunan kapal selalu diperiksa dan diawali terlebih dahulu oleh pihak galangan, selanjutnya pihak galangan akan mengundang pihak seperti Biro Klasifikasi, *Owner Surveyor*, dan *State Regulator*

dengan menggunakan undangan pemeriksaan/pengawasan (UP) yang dibuat oleh QA (*Quality Assurance*) dari galangan tersebut.

4.9 Indikasi Pemeriksaan pada *Inspection and Test Plan*

Inspection and Test Plan merupakan standar/acuan pihak-pihak yang terlibat dalam proses pembangunan kapal dalam melakukan pengawasan maupun pemeriksaan. Oleh karena itu pemeriksaan harus dilaksanakan sesuai dengan bobot dari item pemeriksaan, berikut poin-poin penting dalam ITP:

- 1. “H” = *Hold Point***

“H” point adalah “*bobot tertinggi*” di dalam ITP ini dimana operasional pelaksanaan pada pemeriksaan ini tergantung kepada hasil pemeriksaan yang dilaksanakan pada item ini. Pihak-pihak yang hadir akan memutuskan persetujuan umum bila item yang diperiksa tersebut telah sesuai dengan gambar, spesifikasi teknis, dan standar yang berlaku. Tahapan/pekerjaan berikutnya dapat dilanjutkan setelah pemeriksaan dilaksanakan dan hasilnya dicatat. Bila terdapat komentar hasil pemeriksaan yang menjadi penghalang untuk melanjutkan pekerjaan berikutnya. Para pihak yang hadir dapat memutuskan untuk tidak mengijinkan tahap berikutnya dilanjutkan sampai dengan solusinya diselesaikan.

Catatan: poin ini tidak boleh berdampak pada terhambatnya penyelesaian proses produksi.

- 2. “W” = *Witness Point***

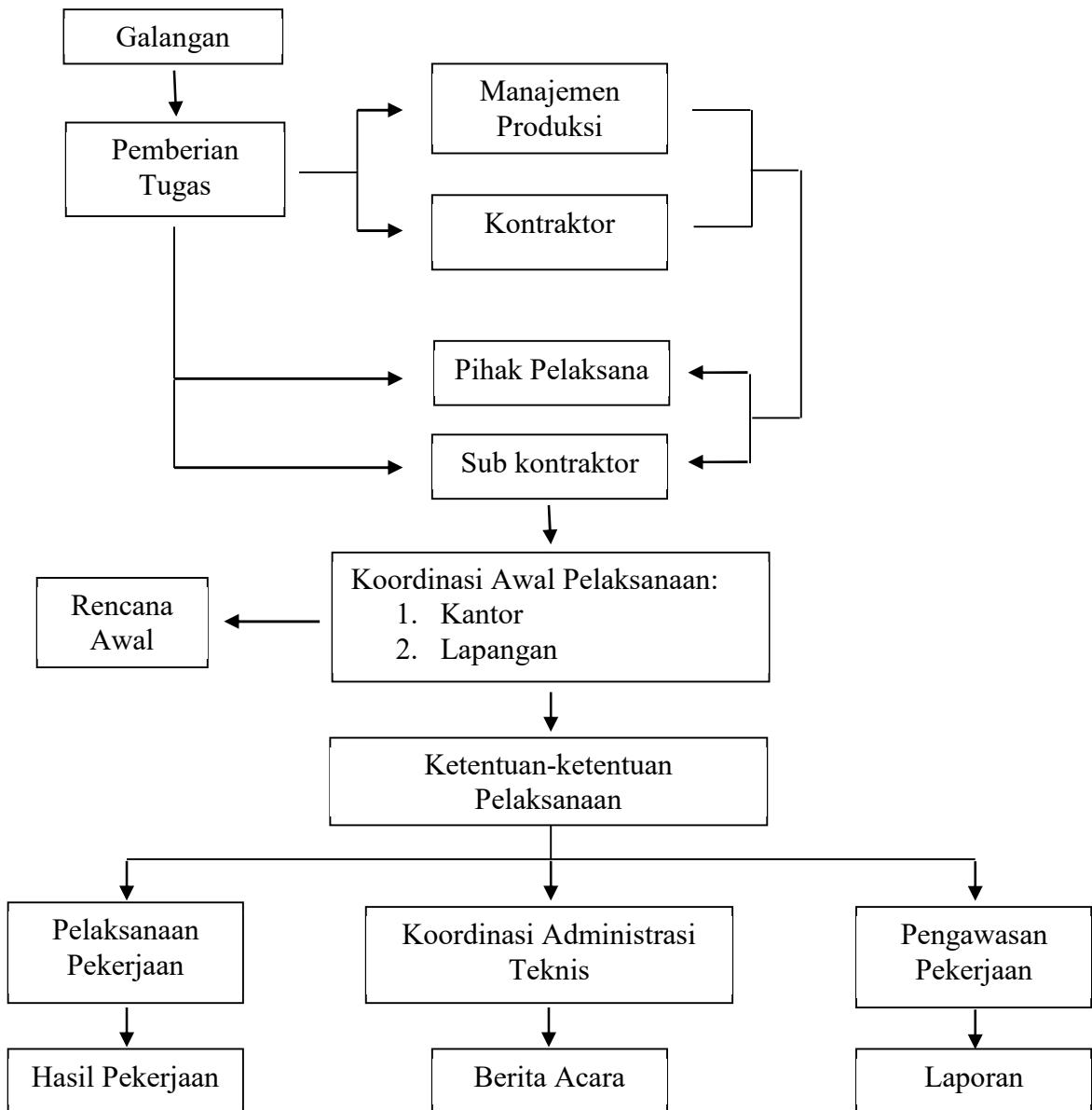
“W” point adalah bobot pemeriksaan dimana semua pihak yang terkait dalam pemeriksaan ini akan diundang secara tertulis dalam waktu yang wajar (minimal 1 hari sebelumnya), dan akan hadir bila tidak ada pemberitahuan secara tertulis.

- 3. “S” = *Random Point***

“S” point mengindikasikan kemungkinan dapatnya dilakukan pemeriksaan secara *random*. Selama proses produksi sebuah kapal semua pihak yang terkait boleh mengadakan pemeriksaan. Pemeriksaan tersebut dapat diakukan dengan meminta kepada pihak galangan tetapi tidak bersifat kewajiban.

- 4. “R” = *Review Point***

“R” point merupakan poin yang mengacu pada rekomendasi untuk meninjau kembali laporan hasil pemeriksaan pada hasil produksi saat itu. Tinjauan ini akan menghasilkan item penilaian dibandingkan dengan spesifikasi teknis, gambar, standar, dan lain-lain



Gambar 4.14 Alur Pelaksanaan Pekerjaan

Gambar 4.14 dijelaskan urutan alur pelaksanaan suatu pekerjaan mulai dari pemberian pekerjaan sampai dengan hasil pekerjaan yang di dalamnya terdapat proses pengawasan pekerjaan. Pada proses tersebut tahap pengawasan sangat berperan penting dalam menentukan hasil pekerjaan tersebut.

4.10 Pengawasan *Owner Surveyor* (OS)

Owner surveyor adalah seseorang yang melakukan pengawasan dan pemeriksaan pembangunan kapal baru untuk kepentingan pemilik kapal. Seorang *owner surveyor* akan menyarankan kliennya dalam hal ini adalah pemilik kapal dan biasanya akan melayani pemberitahuan mengenai progres pembangunan kapal. Di sini *owner surveyor* bertindak sebagai agen kepada pihak-pihak yang terkait dengan kontrak untuk memberikan nasehat dan

perintah untuk kebutuhan kliennya sesuai dengan prosedur yang telah ditetapkan sebelumnya. Dalam melaksanakan tugas dan fungsinya seorang *owner surveyor* harus memiliki pengetahuan dan pengalaman yang memadai, agar dalam melakukan pekerjaannya dapat dilakukan dengan maksimal. Selain itu *owner surveyor* juga memiliki tanggung jawab untuk melaporkan hasil pengawasan dan pemeriksannya kepada klien dan pihak-pihak yang terkait dengan kontrak. Hasil laporan dari *owner surveyor* dapat digunakan sebagai bahan informasi untuk memutuskan keputusan yang didasarkan hasil pengawasan dan pemeriksaan *owner surveyor*.

4.11 Pengawasan *Quality Control* (QC)

Pengawasan kualitas adalah usaha memastikan apakah kebijakan dalam mutu atau kualitas dapat tercermin dalam hasil akhir kualitas sebagai jaminan. Dengan kata lain pengawasan kualitas merupakan usaha untuk mempertahankan kualitas dan barang-barang yang dihasilkan agar sesuai dengan spesifikasi produk yang telah ditetapkan sebelumnya berdasarkan kebijaksanaan perusahaan.

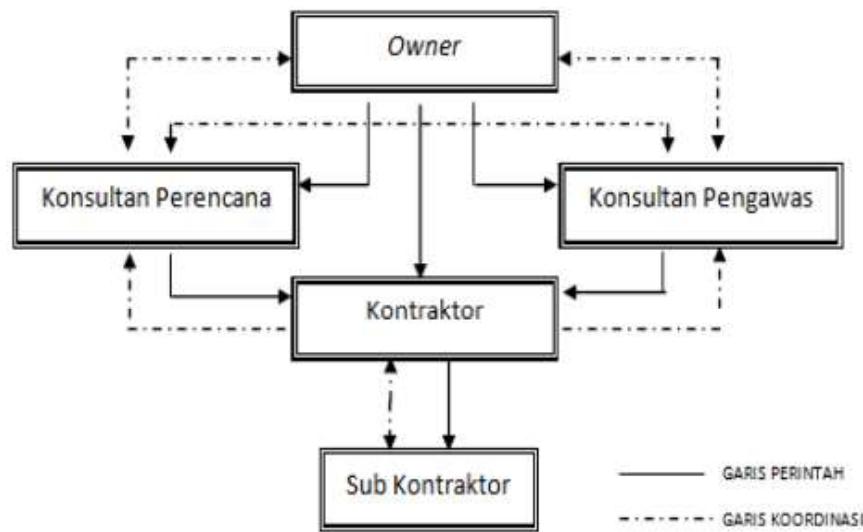
Faktor-faktor penting yang terdapat dalam kegiatan pengawasan kualitas yaitu menentukan atau mengurangi volume kesalahan dan perbaikan, menjaga menaikkan kualitas sesuai standar serta mengurangi keluhan klien. Untuk mengetahui apakah kualitas produk yang dihasilkan sesuai dengan yang direncanakan maka diperlukan adanya pengawasan setiap proses dari awal sampai dengan produk akhir. Dengan adanya *quality control*, perencanaan dan hasil akhir dapat diketahui sehingga kebijakan yang akan diambil berdasarkan objektivitas fakta. Untuk pelaksanaan proses produksi perusahaan harus menetapkan standar kualitas yang diperoleh, namun kenyataannya kegiatan produksi perusahaan mengalami hambatan-hambatan hal ini tercermin dengan adanya penyimpangan produk yang dihasilkan (*defective*), rusak atau cacat yang tidak sesuai dengan standar yang telah ditetapkan dan permintaan klien. *Quality Control (QC)* sebagai alat pengawasan kualitas produksi dapat membantu perusahaan apakah produk yang dihasilkan masih berada dalam batas-batas control atau tidak dari proses awal kualitas bahan, proses produk, produk akhir. Tujuan pengendalian kualitas adalah sebagai berikut:

1. Agar barang hasil produksi dapat mencapai standar kualitas yang ditetapkan.
2. Mengusahakan agar biaya inspeksi dapat menjadi sekecil mungkin.
3. Mengusahakan agar biaya disains produk dan proses dengan menggunakan kualitas produksi tertentu dapat menjadi sekecil mungkin.
4. Mengusahakan agar biaya produksi dapat menjadi serendah mungkin.

4.12 Pengawasan Pihak Ketiga (Subkontraktor)

Suatu proyek konstruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan yang hanya satu kali dilaksanakan dan umumnya berjangka waktu pendek. Selain itu, proyek konstruksi juga memiliki karakteristik yaitu bersifat unik, membutuhkan sumber daya (*manpower, material, machines, money, method*), serta membutuhkan organisasi. Yang dimaksud dengan subkontraktor adalah pihak ketiga yang dilibatkan oleh pihak kontraktor utama untuk melaksanakan kewajiban-kewajiban tertentu yang terbit dari kontrak konstruksi antara pihak kontraktor utama dengan pihak *owner*, pekerjaan mana dilakukan oleh subkontraktor untuk dan atas nama pihak kontraktor utama. Untuk proyek berskala besar, praktek telah menunjukkan bahwa karena alasan-alasan efisiensi dan produktivitas, terdapat kecenderungan makin banyak paket kerja yang oleh kontraktor utama diserahkan kepada subkontraktor. Pada dasarnya, mengelola pekerjaan subkontraktor adalah sama dengan mengelola pekerjaan kontraktor atau kontraktor utama. Hanya saja beberapa hal menuntut perhatian yang lebih besar karena hal-hal berikut:

1. Volume pekerjaan tidak terlalu besar.
2. Spesialisasi pada jenis pekerjaan tertentu.
3. Tidak melengkapi diri dengan prosedur atau sistem pengendalian yang lengkap.
4. Perkiraan biaya untuk pembanding.



Gambar 4.15 Skema Hubungan Kerja

Gambar 4.15 dijelaskan proses pengawasan yang dilakukan oleh pihak subkontraktor hanya bertanggung jawab kepada pihak kontraktor tanpa ada hubungannya dengan pihak yang lainnya. Oleh karena itu, hasil pekerjaan yang dilakukan oleh pihak subkontraktor sepenuhnya merupakan tanggung jawab dari pihak kontraktor.

4.13 Sistem Pengawasan Pekerja Saat Ini

4.13.1 Penempatan Pekerja

Penugasan seorang karyawan pada jabatan baru umumnya berupa penugasan pertama untuk pegawai yang baru direkrut, tetapi dapat juga melalui promosi, pengalihan, dan penurunan jabatan atau bahkan pemutusan hubungan kerja. Dengan pelaksanaan seleksi yang baik, pekerja yang diterima atau ditempatkan akan lebih berkualitas sehingga pembinaan, pengembangan, dan pengaturan pekerja menjadi lebih baik. Seleksi untuk setiap penerimaan pekerja baru harus dilakukan secara cermat, jujur, dan objektif supaya diperoleh pekerja yang berkualitas dan penempatannya tepat.

Penempatan pekerja diatur berdasarkan ketrampilan yang dimiliki oleh pekerja tersebut. Seorang *coating applicator* yang mempunyai ketrampilan dan memenuhi kualifikasi untuk menjadi seorang *coating applicator* akan ditempatkan oleh *Senior Manager* untuk bekerja sesuai dengan ketrampilan yang dimiliki. Kualifikasi yang dimiliki oleh seorang *coating applicator* ditunjukkan dengan sertifikat yang dikeluarkan oleh lembaga yang berwenang. Pertimbangan penempatan tersebut berdasarkan kebutuhan dari proses pekerjaan yang sedang dikerjakan. Yang dapat mempengaruhi kinerja pekerja adalah placement atau penempatan kerja karena merupakan faktor penting yang dapat menghasilkan pendayagunaan sumber daya manusia (SDM) yang optimal bagi perusahaan sehingga dapat tercapainya tujuan perusahaan.

4.13.2 Laporan Pengawasan

Laporan merupakan hasil pengawasan yang ada di lapangan dari pihak pengawas kepada setiap pekerja yang melakukan pekerjaan. Informasi tersebut diberikan setiap satu bulan sekali yang ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik yang untuk setiap rencana dan realisasi yang terjadi. Selain laporan pengawasan tersebut juga terdapat laporan pengawasan dalam bentuk *Summary Progress* atau progres pembangunan kapal secara umum yang dilakukan.

Selain itu juga terdapat *Approval drawing* yang merupakan progres pekerjaan *drawing* yang sudah dilakukan oleh pihak galangan. Dan yang terakhir adalah *Work Preparation* yang merupakan satuan proses pekerjaan yang akan dilakukan. Semua laporan tersebut disajikan dalam bentuk tabel dan setiap progresnya ditulis dalam bentuk persen (%). Dari laporan tersebut juga dapat memberikan informasi mengenai hasil pekerjaan yang dilakukan oleh setiap pekerja dalam setiap tahapan proses pekerjaan. Secara tidak langsung dapat mengetahui apakah pekerja tersebut melakukan pekerjaan sesuai dengan apa yang telah ditugaskan kepada pekerja tersebut.

4.14 Kelemahan Pengawasan Pekerja Pembangunan Kapal Baru Saat Ini

Permintaan pembangunan kapal baru meningkat seiring dengan berkembangnya industri perkapalan nasional, sehingga pekerja yang akan terlibat dalam pembangunan juga turut meningkat. Penambahan jumlah pengawas dalam pembangunan kapal baru merupakan salah satu solusi bagi kegiatan pengawasan sehingga dapat melakukan pengawasan secara menyeluruh. Akan tetapi perbandingan antara jumlah pengawas dengan pekerja yang diawasi masih sangat terlalu jauh. Hal inilah yang membuat proses pengawasan terhadap pekerja masih kurang efektif dan maksimal.

Kegiatan pengawasan terhadap pekerja saat ini dikerjakan secara langsung dengan melihat apa yang terjadi di lapangan. Apabila pengawas tersebut tidak sedang melakukan pengawasan tentu pengawas tidak mengetahui apa yang sedang dilakukan oleh para pekerja pada saat tertentu. Selain itu laporan pengawasan juga masih dilakukan secara manual dengan lembaran pengawasan yang akan diisi sesuai dengan kenyataan yang terjadi di lapangan. Banyak kejadian dimana para pekerja tidak melakukan pekerjaannya pada saat pengawas tidak melakukan pengawasan. Hal tersebut akan mengurangi produktivitas pekerja tersebut dan akan sangat berpengaruh terhadap progres pembangunan kapal.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 5

PROGRAM APLIKASI

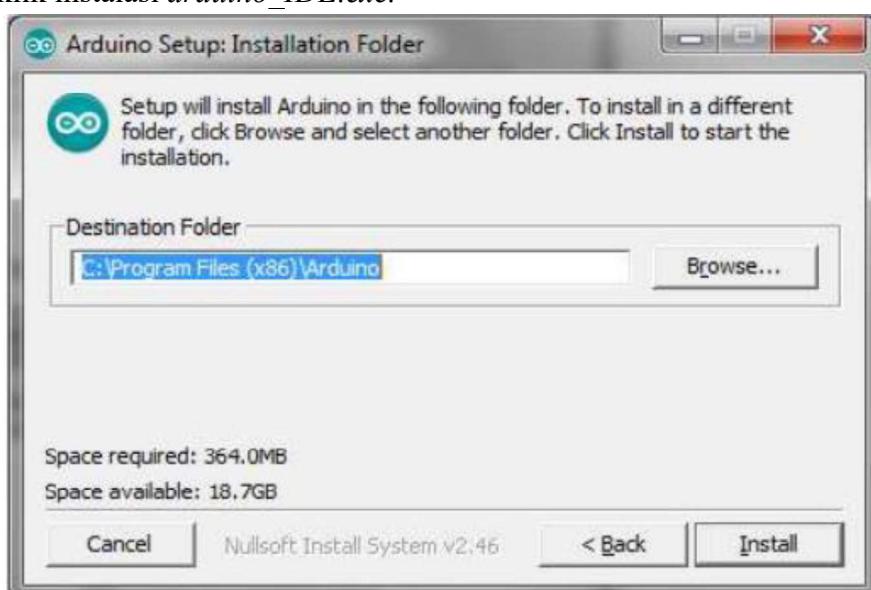
5.1 Penjelasan Umum Program Aplikasi

Pada penelitian Tugas Akhir ini digunakan aplikasi yang sama dengan Tugas Akhir Perancangan Aplikasi Berbasis Android untuk Monitoring Kinerja Fitter dengan menggunakan Teknologi *Wearable*. Aplikasi yang digunakan merupakan aplikasi yang dimiliki oleh *arduino* untuk memasukan atau *input* perintah yang diinginkan ke dalam *arduino* yang digunakan. Bahasa pemrograman pada *Arduino IDE* ini adalah C++ yang diterjemahkan oleh *arduino* sebagai perintah yang harus dilakukan. Aplikasi perangkat lunak *Arduino IDE* yang digunakan adalah *Arduino IDE* versi 1.6.9 yang merupakan aplikasi *open source*. Berikut adalah tahapan instalasi aplikasi:

5.2 Instalasi Software *Arduino IDE*

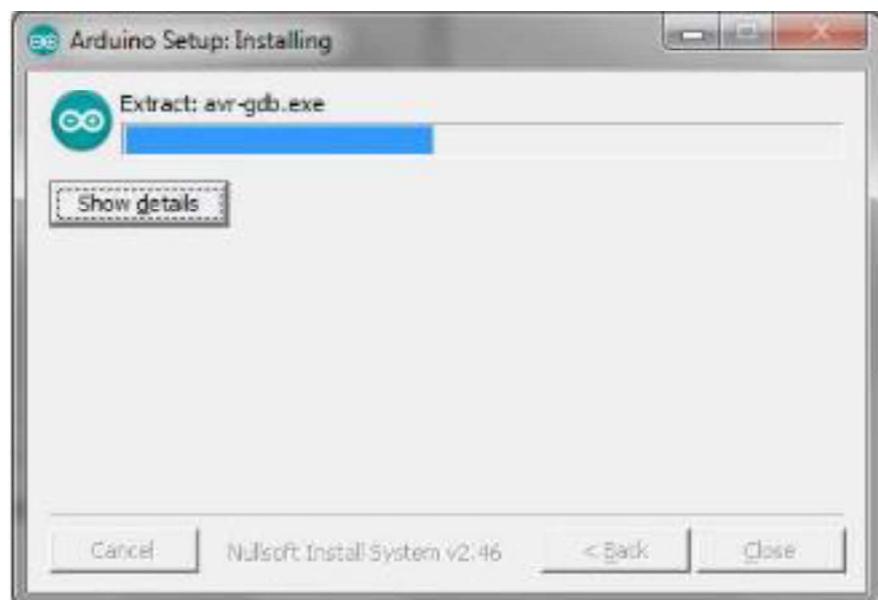
Sebelum melakukan instalasi, terlebih dahulu harus mempunyai file aplikasi *Arduino IDE* yang akan digunakan. Caranya dapat dengan melakukan *download* atau pengunduhan data. *Download* atau pengunduhan data dilakukan secara tidak berbayar karena aplikasi perangkat lunak ini bersifat *open source*. Untuk melakukan instalasi ini dapat dilakukan seperti Gambar 5.1 dan Gambar 5.2.

1. Double klik instalasi *arduino_IDE.exe*.



Gambar 5.1 Proses Awal Instalasi *Arduino IDE*

2. Klik *Install* untuk memulai proses instalasi *software Arduino IDE*.



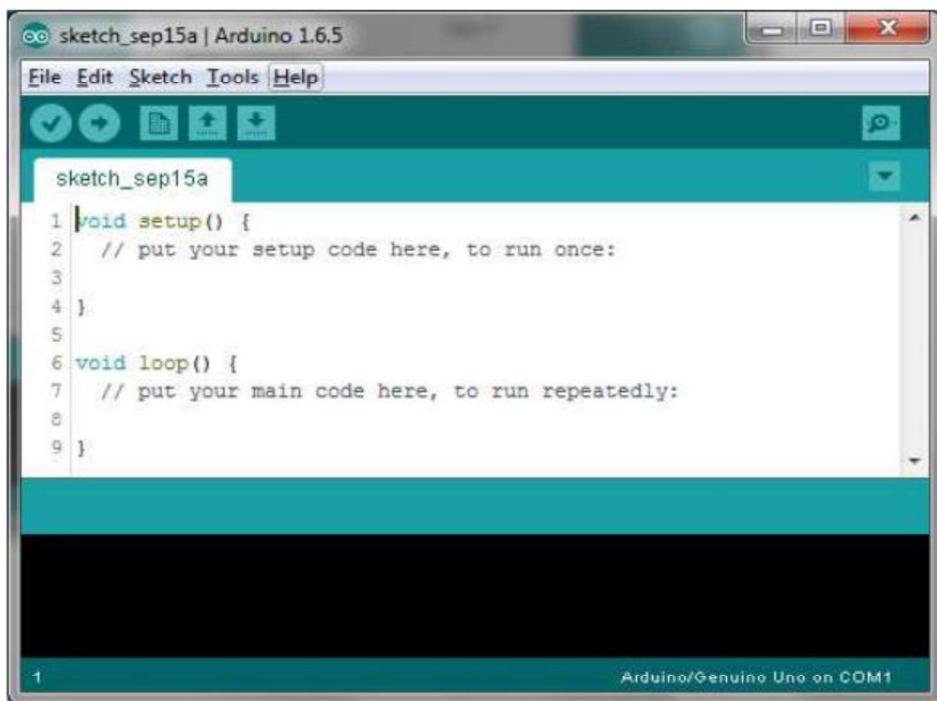
Gambar 5.2 Proses Instalasi Berlangsung

3. Apabila muncul *Install Arduino USB Driver* klik *Always Trust* dan *Install* seperti pada Gambar 5.3.



Gambar 5.3 Menu *Install Driver USB Arduino*

4. Setelah selesai proses instalasi, langkah pertama yang dilakukan adalah dengan mengklik *icon arduino* pada *deskstop* komputer. Setelah program melakukan *load* maka akan terlihat bentuk tampilan seperti Gambar 5.4.



Gambar 5.4 Tampilan Sketch Arduino 1.6.9

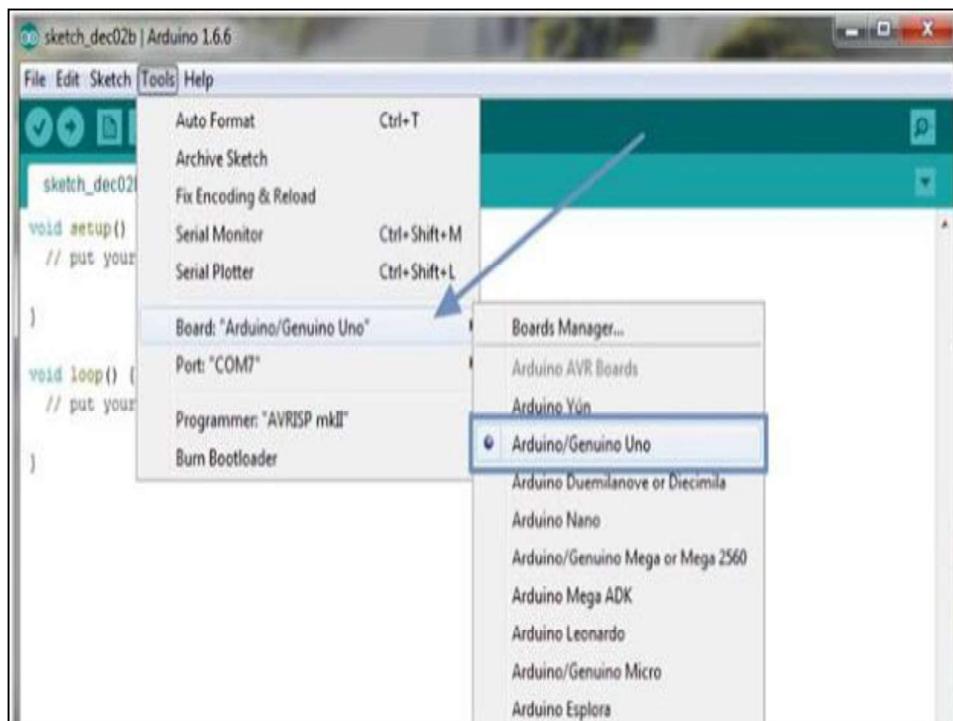
5.3 Perancangan Bahasa Pemrograman pada *Arduino IDE*

Struktur program *sketch arduinio* sama dengan struktur pemrograman bahasa C untuk mikrokontroller, namun bahasa pemrograman *sketch arduino* jauh lebih sederhana bila dibandingkan dengan bahasa program C untuk *microcontroller*. Pada pemrograman bahasa C untuk *microcontroller* seperti program *AVR Studio4*, sebelum membuat program utama, terlebih dahulu harus mengatur *register microcontroller* yang akan kita gunakan sesuai dengan program utama yang akan dibuat. Lain halnya dengan program *sketch arduino*, proses pengaturan *register microcontroller* telah disediakan dalam bentuk prototipe program yang tidak ditampilkan dalam program *sketch*. Program-program ini tinggal dipanggil pada saat kita akan membuat menulis program *sketch*. Sebelum membuat *sketch* (program) pada *arduino* maka harus melakukan penentuan jenis *board* dan *port* yang akan digunakan. Adapun langkah proses tersebut adalah sebagai berikut.

5.3.1 Penentuan *Board Arduino IDE*

Pemrograman *board Arduino* dilakukan dengan menggunakan *Arduino IDE*. Chip *ATmega328* yang terdapat pada *Arduino Uno R3* telah diisi program awal yang sering disebut *bootloader*. *Bootloader* tersebut yang bertugas untuk memudahkan dalam melakukan pemrograman lebih sederhana menggunakan *Arduino IDE*, tanpa harus menggunakan tambahan *hardware* lain. Cukup hubungkan *Arduino* dengan kabel USB ke komputer server

dan kemudian jalankan *software Arduino IDE*). Sebelum melakukan pembuatan dan *upload sketch* (program) ke *board arduino*, dibutuhkan pengaturan terlebih dahulu pada aplikasi *Arduino IDE* yang digunakan. Pengaturan ini adalah terkait dengan jenis *board* yang digunakan.

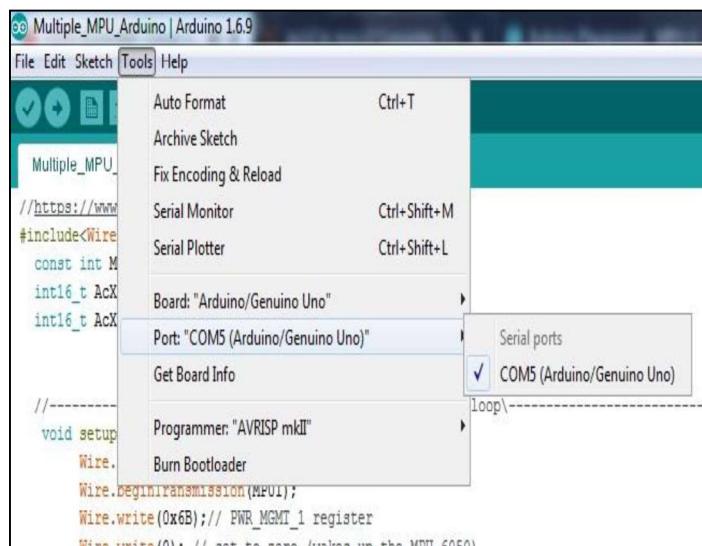


Gambar 5.5 Pengaturan *Board* pada *Arduino IDE*

Pada tampilan *sketch* awal aplikasi *arduino ide* seperti pada Gambar 5.5 terdapat 5 (lima) menu utama yang ada pada bagian atas *IDE* yaitu *file*, *edit*, *sketch*, *tools* dan *help*. Untuk men-setting *board* yang digunakan, Klik pada menu “*Tools*”, pada bagian “*Board*”, pilih sesuai dengan *board arduino* yang digunakan.

5.3.2 Penentuan *Port Arduino IDE*

Port adalah mekanisme yang mengizinkan sebuah komputer untuk mendukung beberapa sesi koneksi dengan komputer lainnya dan program di dalam jaringan. *Port* dapat mengidentifikasi aplikasi dan layanan yang menggunakan koneksi di dalam jaringan TCP/IP. Sehingga, *port* juga mengidentifikasi sebuah proses tertentu di mana sebuah server dapat memberikan sebuah layanan kepada klien atau bagaimana sebuah klien dapat mengakses sebuah layanan yang ada dalam server. Untuk dapat terkoneksi antara *board arduino* dengan komputer server maka harus menentukan *port* yang akan digunakan. Gambar 5.6 merupakan langkah dalam melakukan *setting* atau penentuan *port* yang akan digunakan.



Gambar 5.6 Pengaturan Port pada Arduino IDE

5.3.3 Sketch (Program) Arduino IDE

Tahap selanjutnya adalah melakukan pembuatan *sketch* (program) yang akan digunakan untuk melakukan monitoring yang digunakan untuk mengambil data *axis* dari hasil pembacaan modul sensor yang digunakan. *Sketch* (program) merupakan bahasa pemrograman C++ yang di *upload* (dimasukan) ke dalam *board arduino* untuk melakukan perintah yang dimengerti oleh *arduino* tersebut. *Sketch* (program) yang dibuat bertujuan untuk membaca modul sensor *accelerometer* dan *gyroscope* pada setiap sumbu *axis* yaitu sumbu x, sumbu y, dan sumbu z. Sedangkan modul sensor yang digunakan adalah modul sensor MPU 6050 sebanyak 2 buah. *Sketch* yang dibuat merupakan *sketch* (program) *multiple mpu 6050*, sehingga dengan *sketch* ini bisa digunakan untuk membaca 2 (dua) modul sensor MPU 6050 yang digunakan. Gambar 5.7 merupakan hasil pembuatan *sketch* (program) untuk pembacaan modul sensor MPU 6050.

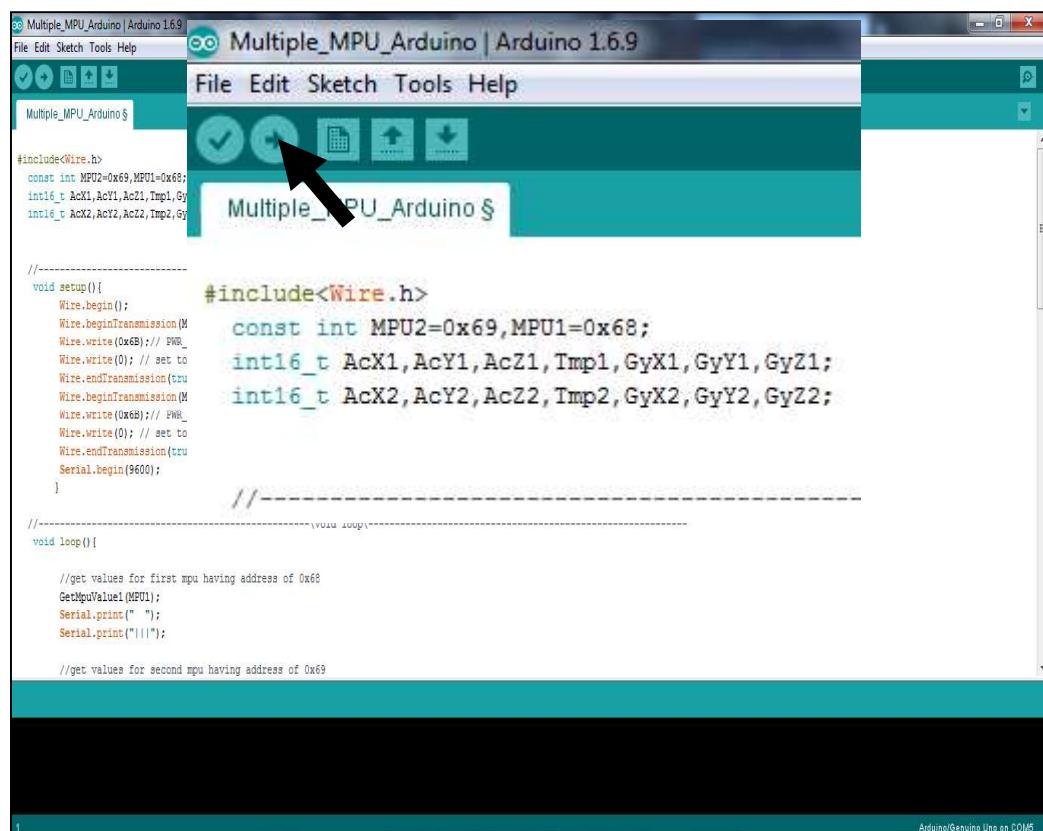
```
#include<Wire.h>
const int MPU2=0x69,MPU1=0x68;
int16_t Acx1,Acy1,Acz1,Imp1,GyX1,GyY1,GyZ1;
int16_t Acx2,Acy2,Acz2,Imp2,GyX2,GyY2,GyZ2;

//-----\setup loop-----
void setup() {
    Wire.begin();
    Wire.beginTransmission(MPU1);
    Wire.write(0x6B); // PWR_MGMT_1 register
    Wire.write(0); // set to zero (wakes up the MPU-6050)
    Wire.endTransmission(true);Wire.begin();
    Wire.beginTransmission(MPU2);
    Wire.write(0x6B); // PWR_MGMT_1 register
    Wire.write(0); // set to zero (wakes up the MPU-6050)
    Wire.endTransmission(true);
    Serial.begin(9600);
}
```

Gambar 5.7 Sketch (Program) Arduino IDE

Pada *sketch* tersebut disesuaikan dengan data yang akan diambil pada modul sensor yang digunakan. Sensor yang digunakan merupakan 2 modul sensor MPU 6050 yang merupakan sensor *Accelerometer* dan *Gyroscope*. Pada *sketch* (program) pada Gambar 5.7 mengeluarkan *output* pembacaan modul sensor MPU 6050 yaitu 3 axis pada setiap sumbu untuk masing-masing sensor yang digunakan yaitu AccX, AccY, dan AccZ merupakan *output* untuk sensor *accelerometer* sedangkan GyX, GyY, dan GyZ merupakan *output* dari sensor *Gyroscope* yang digunakan. Selanjutnya adalah melakukan *upload sketch* (program) yang telah dibuat sebelumnya. *Upload sketch* merupakan pengunggahan program atau perintah yang harus dilakukan oleh sistem *arduino*. Program ini nantinya akan diterjemahkan ke dalam bahasa *arduino* sehingga *arduino* tersebut mampu mengerti dan dapat menghasilkan *output* sesuai dengan apa yang diinginkan sebelumnya. Adapun cara untuk melakukan *upload sketch* (program) tersebut adalah sebagai berikut.

- Upload sketch* adalah tahap dimana program ditanamkan pada *board arduino*. Untuk mulai meng-*upload* program, hubungkan *board arduino* ke PC melalui USB, klik pada *icon* panah seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.8.



```
#include<Wire.h>
const int MPU2=0x69,MPU1=0x68;
int16_t AcX1,AcY1,AcZ1,Tmp1,GyX1,GyY1,GyZ1;
int16_t AcX2,AcY2,AcZ2,Tmp2,GyX2,GyY2,GyZ2;

//-----
void setup(){
    Wire.begin();
    Wire.beginTransmission(MPU1);
    Wire.write(0x6B); // PWR_
    Wire.write(0); // set to
    Wire.endTransmission(true);
    Wire.beginTransmission(MPU2);
    Wire.write(0x6B); // PWR_
    Wire.write(0); // set to
    Wire.endTransmission(true);
    Serial.begin(9600);
}

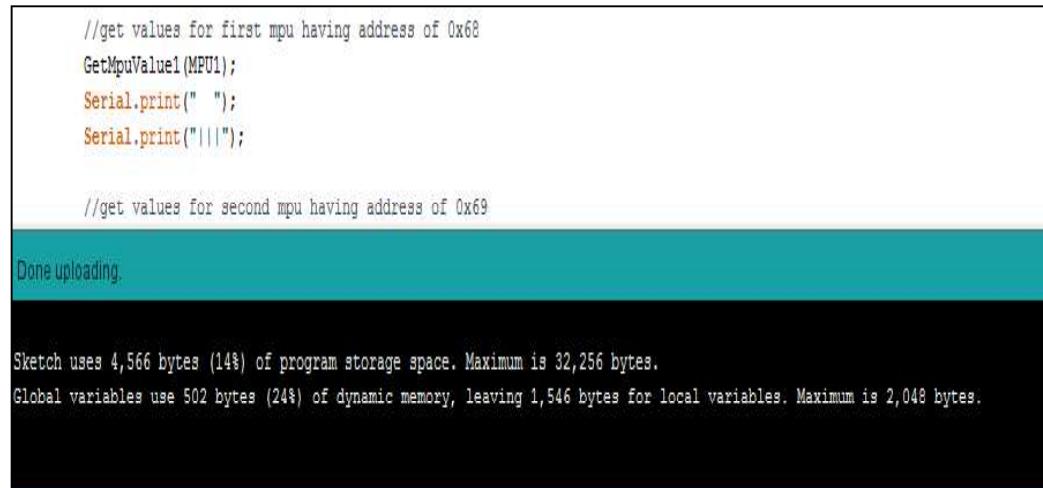
//-----
void loop(){

    //get values for first mpu having address of 0x68
    GetMpuValue1(MPU1);
    Serial.print(" ");
    Serial.print("|||");

    //get values for second mpu having address of 0x69
}
```

Gambar 5.8 *Upload Sketch* (program)

- b) Proses *upload* akan berjalan selama beberapa detik. Jika tidak ada kesalahan pada kode program yang dibuat, akan ada notifikasi “*Done uploading*” seperti Gambar 5.9 yang menandakan bahwa *sketch* berhasil di-*upload* ke *board arduino*.



The screenshot shows the Arduino IDE interface during a sketch upload. The code area contains the following code:

```
//get values for first mpu having address of 0x68  
GetMpuValue1(MPU1);  
Serial.print(" ");  
Serial.print("||||");  
  
//get values for second mpu having address of 0x69  
  
Done uploading.
```

The status bar at the bottom indicates:

Sketch uses 4,566 bytes (14%) of program storage space. Maximum is 32,256 bytes.
Global variables use 502 bytes (24%) of dynamic memory, leaving 1,546 bytes for local variables. Maximum is 2,048 bytes.

Gambar 5.9 Sketch Berhasil di *Upload*

5.4 Konektivitas dengan *Wireless Fidelity (WiFi)*

WiFi (Wireless Fidelity) merupakan sebuah teknologi yang memanfaatkan peralatan elektronik untuk bertukar data secara nirkabel (menggunakan gelombang radio) melalui sebuah jaringan komputer, termasuk koneksi Internet berkecepatan tinggi. Pada sistem yang akan dibuat transfer data menggunakan *Modul WiFi ESP 8266 Shield* untuk melakukan transfer data. Gambar 5.10 merupakan langkah dalam melakukan *connecting* (penyambungan) antara *board arduino* dengan *WiFi Shield ESP 8266*.



Gambar 5.10 WiFi Shield ESP 8266

5.4.1 Sketch Program *WIFI SHIELD ESP 8266*

Arduino WiFi Shiled adalah modul yang dapat memungkinkan *Board Arduino* untuk terhubung ke *internet* menggunakan *WiFi*. Dengan menggunakan modul komunikasi ini *Arduino* dapat dihubungkan dengan perangkat lain yang mendukung protokol TCP/IP atau UDP tanpa perlu memerlukan bantuan komputer. Sebelum melakukan *connecting* (penyambungan)

antara *board arduino uno* dengan *Modul ESP 8266 WiFi Shield* harus dilakukan pemrograman pada *Modul ESP 8266 WiFi Shield*.

```

SerialToTCP.ino | Arduino 1.6.9
File Edit Sketch Tools Help
SerialToTCP.ino (sketch)
SerialToTCP.ino (sketch)
#include <ESP8266WiFi.h>

const char* ssid = "Name's WiFi Connection";
const char* password = "Password WiFi Connection";
String data;
bool data_is_set;
boolean parsing = false;
WiFiServer server(80);

void setup()
{
  Serial.begin(115200);
  Serial.println();
  Serial.print("Connecting to ");
  WiFi.begin(ssid, password);
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED)
  {
    delay(500);
    Serial.print(".");
  }
  Serial.println(" connected");
}

void loop()
{
  server.begin();
  Serial.print("Web server started, open http://");
  Serial.print(WiFi.localIP());
}
// prepare a web page to be send to a client (web browser)

```

Gambar 5.11 *Sketch ESP 8266 WiFi Shield*

Selanjutnya adalah melakukan proses *upload* atau pengunggahan *sketch* yang telah dibuat sebelumnya. Proses yang dilakukan untuk melakukan *upload* atau pengunggahan *sketch* sama seperti pada saat melakukan *upload* pada *board arduino* yang sudah dijelaskan pada sub-bab sebelumnya.

5.4.2 Hasil Serial Monitor *Sketch WiFi Shield ESP 8266*

Setelah melakukan upload atau pengunggahan *sketch* (program) pada modul *WiFi Shield ESP 8266* langkah selanjutnya adalah melakukan *serial monitor*. Proses yang dilakukan untuk *serial monitor* hasil *sketch* sama seperti pada penjelasan sub-bab sebelumnya. Adapun hasil dari *serial monitor* pada *WiFi Shield ESP 8266* seperti pada Gambar 5.12.

```

COM29 (Arduino/Genuino Uno)

Restart Module...
AZ*-*U~H~HeWIFI DIQfONNECT

ets Jan  8 2013,rst cause:4, boot lode:(3,7)

wdt reset load06tail 4
chksum 0x89
l3tail 4
che, tail
t
: S&us1D Do iy
Ai-Thinkes Technologx Co.,Ltd.

ready
Set wifi mode : STA...
WIFI CONNECTED
WIFI GOT IP
AJ+CWMODE=1

OK
Connect to access point...
AT+CWJWP="Connectthfy-test","qwerty123"
WIFI DISCONECT
Check IP Address...
WIFI CONNECTED
WIFI GOT IP

OK
AZ* R0*+CC;Y R0*+S*U*AA+ S0'xS*Ar'zrS,
:
```

Gambar 5.12 Hasil *Serial Monitor Sketch WiFi Shield ESP 8266*

Keterangan pada Gambar 5.12 ditunjukan status konektivitas antara *Board Arduino* dengan Modul *WiFi Shield ESP 8266*. Jika pada gambar tersebut tertulis konektivitas adalah “*CONNECTED*” maka *Board Arduino* dan Modul *WiFi Shield ESP 8266* telah terhubung. Sebaliknya jika tertulis “*DISCONNECT*” maka kedua perangkat tersebut tidak terhubung atau terputus.

Selanjutnya hasil dari *Serial Monitor* tersebut adalah *IP Web Server* yang digunakan sebagai tempat untuk melakukan transfer data. Hasil pembacaan modul sensor yang digunakan akan muncul pada *IP Web Server* yang telah ditentukan oleh Modul *WiFi ESP 8266*. Berikut merupakan hasil *IP Web Server* yang dihasilkan dari proses serial monitor yang ditunjukan dengan anak panah pada Gambar 5.13.



```
OK
AT+CWJAP="TP-LINK_D7425A","syahrini"
WIFI DISCONNECT
WIFI CONNECTED
WIFI GOT IP

OK
AT+CIFSR
+CIFSR:STAIP,"192.168.0.102"
+CIFSR:STAMAC,"5c:cf:7f:10:f3" ←

OK
AT+CIPSTART="TCP","www.google.com",80
CONNECT
```

Gambar 5.13 IP Connection Hasil Serial Monitor Sketch (program) *WiFi Shield ESP 8266*

5.5 Pengujian Alat Secara Keseluruhan

Komunikasi serial Arduino adalah komunikasi antara *Arduino Uno* dan Komputer dapat dilakukan melalui *port USB*. Dalam hal ini, *Arduino Uno* tidak hanya bisa mengolah data dari pin I/O secara independen. Tetapi dapat juga dikomunikasikan dengan komputer untuk ditampilkan hasil dari pengolahan datanya sehingga komunikasi yang dilakukan bersifat dua arah. Pada *Arduino IDE* terdapat fasilitas untuk berkomunikasi dua arah melalui *serial monitor* yang dapat dimanfaatkan dalam berbagai keperluan.

Dengan menggunakan fasilitas ini, dapat dikirimkan data ke *Arduino Uno* dan sebaliknya dapat membaca kiriman dari *Arduino Uno*. Tentu saja, hal ini memungkinkan dapat mengontrol *Arduino Uno* melalui komputer dan memantau sesuatu yang sedang terjadi di *Arduino Uno*. Pengujian alat dapat dilakukan jika *sketch* (program) yang akan digunakan berhasil di *upload* ke dalam *board arduino*. Selain *sketch* yang sudah benar, rangkaian *arduino*

juga harus sudah bisa digunakan. Adapun cara untuk melakukan pengambilan data tersebut adalah sebagai berikut.

- Pastikan bahwa *sketch* (program) yang digunakan berhasil di *upload* pada *board arduino* yang digunakan. Selanjutnya adalah melakukan pengujian serial monitor dengan melakukan klik pada *icon* panah seperti pada Gambar 5.14.



```
#include<Wire.h>
const int MPU2=0x69,MPU1=0x68;
int16_t AcX1,AcY1,AcZ1,Tmp1,GyX1,GyZ1;
int16_t AcX2,AcY2,AcZ2,Tmp2,GyX2,GyZ2;

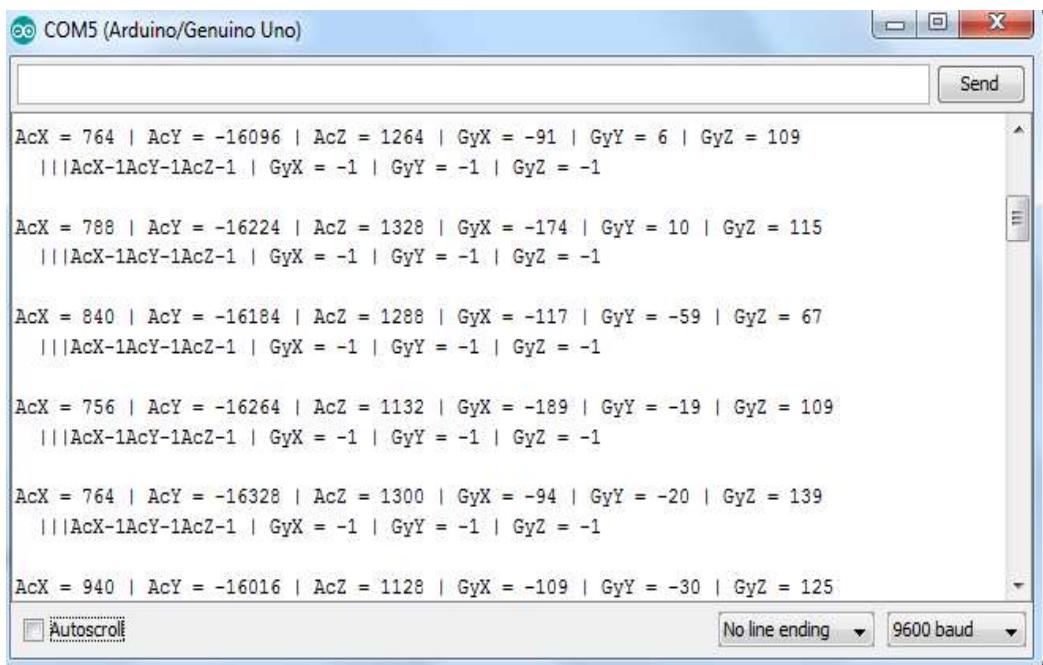
void setup(){
    Wire.begin();
    Wire.beginTransmission(MPU1);
    Wire.write(0x68); // PWR_MGMT_1 register
    Wire.write(0); // set to zero (wakes up the MP
    Wire.endTransmission(true);Wire.begin();
    Wire.beginTransmission(MPU2);
    Wire.write(0x68); // PWR_MGMT_1 register
    Wire.write(0); // set to zero (wakes up the MP
    Wire.endTransmission(true);
    Serial.begin(9600);
}

void loop(){

}
```

Gambar 5.14 Pengambilan Data pada *Arduino*

- Selanjutnya program *arduino* akan menampilkan hasil pembacaan sensor yang digunakan. Gambar 5.15 merupakan contoh pembacaan sensor pada *arduino* tersebut.



```
AcX = 764 | AcY = -16096 | AcZ = 1264 | GyX = -91 | GyY = 6 | GyZ = 109
|||AcX-1AcY-1AcZ-1 | GyX = -1 | GyY = -1 | GyZ = -1

AcX = 788 | AcY = -16224 | AcZ = 1328 | GyX = -174 | GyY = 10 | GyZ = 115
|||AcX-1AcY-1AcZ-1 | GyX = -1 | GyY = -1 | GyZ = -1

AcX = 840 | AcY = -16184 | AcZ = 1288 | GyX = -117 | GyY = -59 | GyZ = 67
|||AcX-1AcY-1AcZ-1 | GyX = -1 | GyY = -1 | GyZ = -1

AcX = 756 | AcY = -16264 | AcZ = 1132 | GyX = -189 | GyY = -19 | GyZ = 109
|||AcX-1AcY-1AcZ-1 | GyX = -1 | GyY = -1 | GyZ = -1

AcX = 764 | AcY = -16328 | AcZ = 1300 | GyX = -94 | GyY = -20 | GyZ = 139
|||AcX-1AcY-1AcZ-1 | GyX = -1 | GyY = -1 | GyZ = -1

AcX = 940 | AcY = -16016 | AcZ = 1128 | GyX = -109 | GyY = -30 | GyZ = 125
```

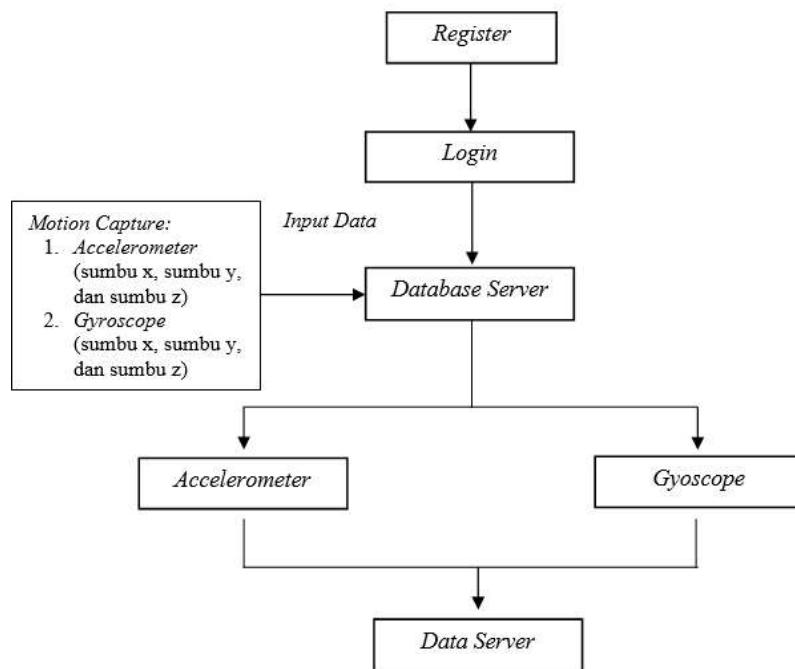
Gambar 5.15 Hasil Pengujian Alat

5.6 Sistem Validasi Data

Selanjutnya untuk menguji hasil data *output* yang didapatkan dari sensor yang digunakan dilakukan pengujian dengan perbandingan nilai rata-rata kuadrat error dan pola grafik yang dihasilkan antara gerakan simulasi pengecatan benar dengan simulasi gerakan yang salah. Apabila perbandingan nilai RMSE dari perbandingan gerakan simulasi pengecatan benar dengan simulasi gerakan yang salah dimana ketika nilai RMSE yang dihasilkan bernilai lebih besar dibandingkan dengan acuan data gerakan simulasi benar, maka dapat disimpulkan pekerja tersebut sedang tidak melakukan pekerjaanya dengan benar.

5.7 Real-Time Monitoring dengan Aplikasi Web

Untuk mengembangkan sistem monitoring kinerja *coating applicator* saat melakukan pekerjaan dengan menggunakan *Microcontroller Arduino* diperlukan data yang dapat *update* secara *real-time*. Program aplikasi web dapat digunakan sebagai sarana pembantu untuk memantau akurasi dari nilai *output* yang dihasilkan dari sensor *accelerometer* dan *gyroscope*. Gambar 5.16 ditunjukkan skema perangcangan aplikasi.



Gambar 5.16 Diagram Kerangka Dasar Aplikasi Web

Gambar 5.16 dijelaskan tahap-tahap untuk menggunakan aplikasi web tersebut adalah sebagai berikut:

- a) *Register* (Pendaftaran)

The image shows two side-by-side forms from a web application. On the left is the 'Monitoring System' login form, which includes fields for 'Email' and 'Password', a 'Remember Me' checkbox, and 'Sign In' and 'Forgot my password' links. On the right is the 'Register' form, which includes fields for 'Name', 'E-Mail Address', 'Password', 'Confirm Password', and a 'Register' button.

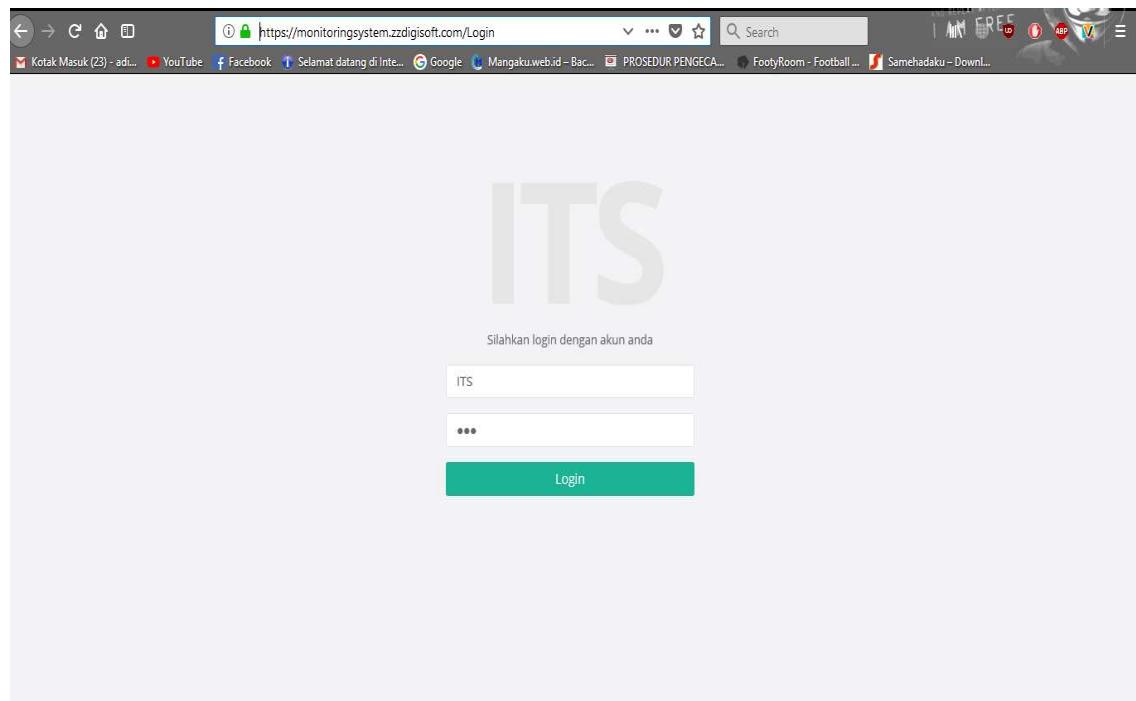
Gambar 5.17 Interface Register

Gambar 5.17 ditunjukan terdapat 2 (dua) data yang harus diverifikasi oleh sistem untuk dapat melakukan akses ke dalam sistem aplikasi yang digunakan. Alamat email serta *password* yang digunakan pada saat melakukan pendaftaran atau *register*.

b) *Login*

Pada tahap ini diperlukan *username* dan *password* yang telah terdaftar sebelumnya untuk dapat mengakses situs web yang telah didesain dengan memasukan *url* pada *browser* menggunakan alamat <https://monitoringsystem.zzdigisoft.com/> seperti

Gambar 5.18.



Gambar 5.18 Halaman Login Aplikasi Web

c) *User Interface (UI)* Aplikasi Web

Setelah tahap *login* selesai dilakukan, tampilan *user interface* aplikasi web pada yang telah didesain akan muncul. Terdapat beberapa konten informasi yang dapat diakses pada *Menu Dashboard* UI aplikasi web tersebut, diantaranya:

1. Tampilan Profil Pengguna.
2. Nilai *Output Sensor Accelerometer*.
3. Nilai *Output Sensor Gyroscope*.
4. *Logout* Pengguna.

The screenshot shows a web browser window with the URL <https://monitoringsystem.zzdigisoft.com/user/accelerometer/0#>. The page title is "Monitoring" and the current section is "Accelerometer". On the left sidebar, there is a user profile icon and the text "Institut Teknologi Sepuluh Nopember". Below the sidebar are links for "Accelerometer", "Gyroscope", and "Logout". The main content area has a heading "Accelerometer" and a timestamp "22 July 2018 - 23:52:08". It includes a "Start" button, search and export options ("Search:", "Excel", "PDF", "Print"), and a table showing 30 entries of sensor data. The table columns are "Waktu" (Time), "Sumbu X" (X-axis), "Sumbu Y" (Y-axis), and "Sumbu Z" (Z-axis). The data rows show various timestamped values for each axis.

Waktu	Sumbu X	Sumbu Y	Sumbu Z
2018-07-21 22:51:07	3488	12384	8296
2018-07-21 22:51:09	3400	12312	7636
2018-07-21 22:51:11	2920	12588	7564
2018-07-21 22:51:13	220	12652	7216
2018-07-21 22:51:15	704	12708	7340
2018-07-21 22:51:17	2040	12572	8056

Gambar 5.19 *User Interface* Sensor Accelerometer Aplikasi Web

The screenshot shows a web browser window with the URL <https://monitoringsystem.zzdigisoft.com/user/gyroscope/0>. The page title is "Monitoring" and the current section is "Gyroscope". The left sidebar is identical to the previous screenshot, showing the user profile and navigation links. The main content area has a heading "Gyroscope" and a timestamp "22 July 2018 - 23:56:40". It includes a "Start" button, search and export options ("Search:", "Excel", "PDF", "Print"), and a table showing 30 entries of sensor data. The table columns are "Waktu" (Time), "Sumbu X" (X-axis), "Sumbu Y" (Y-axis), and "Sumbu Z" (Z-axis). The data rows show various timestamped values for each axis.

Waktu	Sumbu X	Sumbu Y	Sumbu Z
2018-07-22 20:11:15	-500	-133	-1041
2018-07-22 20:11:17	715	299	-578
2018-07-22 20:11:19	1142	1104	-154
2018-07-22 20:11:21	1957	1169	125
2018-07-22 20:11:23	3527	158	74
2018-07-22 20:11:25	4454	-872	-65

Gambar 5.20 *User Interface* Sensor Gyroscope Aplikasi Web

Gambar 5.19 dan Gambar 5.20 ditunjukkan tampilan *Menu Dashboard* yang terdapat pada aplikasi web. Terdapat beberapa konten informasi yang dapat diakses seperti:

a) *Entries data*

Entries data mampu menampilkan berapa jumlah nilai data *output* terakhir yang dihasilkan oleh sensor *accelerometer* dan *gyroscope*. Jumlah *entry data* yang dapat ditampilkan adalah 10, 25, 50, dan 100 data.

b) *Search*

Konten *search* pada halaman web dapat memudahkan pengguna dalam mencari data yang dinginkan dari nilai *output* yang dihasilkan oleh sensor *accelerometer* dan *gyroscope*.

c) *Print Out Data*.

Konten *print* pada aplikasi web ini mampu mencetak data nilai *output* sensor *accelerometer* dan *gyroscope* yang ditampilkan menjadi format *Microsoft Excel* dan *PDF*. Gambar 5.21 dan Gambar 5.22 ditunjukkan hasil *print out* data nilai *output* sensor *accelerometer* dengan format *Microsoft Excel* dan *PDF* secara berurutan pada tanggal 21 Juli 2018 pukul 22.51 WIB.

	A	B	C	D	E	F
1	Waktu	Sumbu X	Sumbu Y	Sumbu Z		
2	2018-07-21	3488	12384	8296		
3	2018-07-21	3400	12312	7636		
4	2018-07-21	2920	12588	7564		
5	2018-07-21	220	12652	7216		
6	2018-07-21	704	12708	7340		
7	2018-07-21	2040	12572	8056		
8	2018-07-21	2880	12648	8412		
9	2018-07-21	3168	12832	8276		
10	2018-07-21	2312	12668	7836		
11	2018-07-21	1228	12392	8044		
12	2018-07-21	1172	12524	7736		
13	2018-07-21	1004	12584	7752		
14	2018-07-21	1444	12632	7916		
15	2018-07-21	2100	12764	7892		
16	2018-07-21	2272	12660	7876		

Gambar 5.21 Hasil *Print Out Data Microsoft Excel*

Accelerometer

Waktu	Sumbu X	Sumbu Y	Sumbu Z
2018-07-21 22:51:07	3488	12384	8296
2018-07-21 22:51:09	3400	12312	7636
2018-07-21 22:51:11	2920	12588	7564
2018-07-21 22:51:13	220	12652	7216
2018-07-21 22:51:15	704	12708	7340
2018-07-21 22:51:17	2040	12572	8056
2018-07-21 22:51:19	2880	12648	8412
2018-07-21 22:51:21	3168	12832	8276
2018-07-21 22:51:23	2312	12668	7836
2018-07-21 22:51:25	1228	12392	8044
2018-07-21 22:51:27	1172	12524	7736
2018-07-21 22:51:29	1004	12584	7752
2018-07-21 22:51:31	1444	12632	7916
2018-07-21 22:51:33	2100	12764	7892
2018-07-21 22:51:35	2272	12660	7876
2018-07-21 22:51:37	1736	12688	7856
2018-07-21 22:51:39	956	12584	7784
2018-07-21 22:51:41	220	12640	7900
2018-07-21 22:51:43	496	12644	8344
2018-07-21 22:51:45	1540	12652	8400
2018-07-21 22:51:47	2768	12812	8180
2018-07-21 22:51:49	3460	12708	8032
2018-07-21 22:51:51	3380	12728	7948
2018-07-21 22:51:53	3750	12604	7600

Gambar 5.22 Hasil Print Out Data PDF

d) Informasi waktu

Konten informasi waktu pada aplikasi web ini dapat menampilkan detail waktu yang sedang berlangsung pada keadaan saat ini secara *real-time*. Gambar 5.23 ditunjukkan informasi waktu yang sedang berlangsung pada aplikasi web yang diambil pada tanggal 22 Juli 2018 pukul 00.50 WIB.

Accelerometer

22 July 2018 - 0:50:37

Gambar 5.23 Tampilan Informasi Waktu secara *Real-Time*

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 6

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

6.1 Analisa Data dan Pembahasan

Pada penelitian ini dilakukan pengambilan data dari sample pekerja yang ada di PT. Adiluhung Saranasegara Indonesia sebanyak 2 orang pekerja *Coating applicator* dan 1 peraga mahasiswa dengan kriteria seperti pada Tabel 6.1.

Tabel 6.1 Data Sampel Pengujian

No.	Nama	Tinggi Badan	Berat Badan
1.	Salman Farizi	172	63
2.	Muslimin	170	75
3.	Rival Faozi	168	70

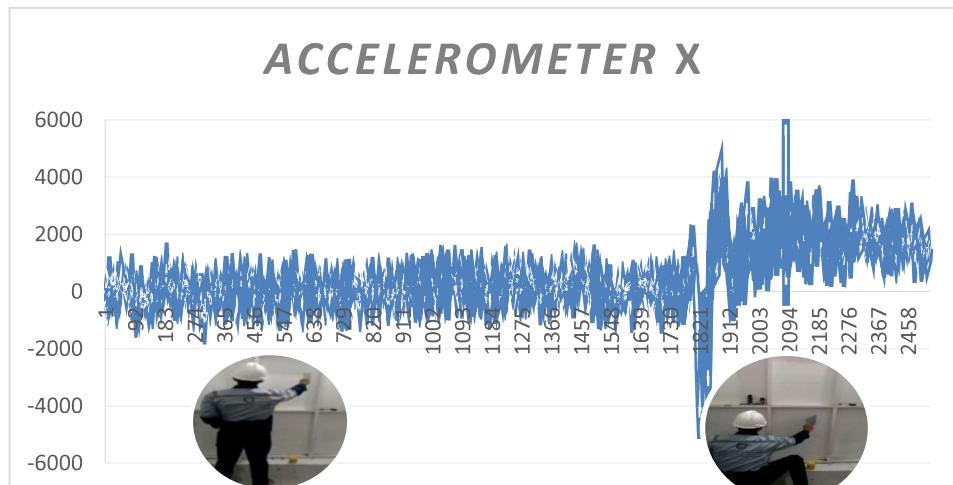
6.1.1 Hasil Percobaan

Peletakan sensor dilakukan pada posisi yang telah ditentukan pada bab sebelumnya. Module sensor 1 merupakan modul sensor MPU 6050 dengan hasil *output* yaitu 3 *axis* (koordinat) sensor *gyroscope* yaitu sumbu x, sumbu y, dan sumbu z. Modul sensor ini diletakan pada bagian pergelangan tangan bawah. Sedangkan module sensor 2 merupakan module sensor MPU 6050 dengan hasil *output* 3 *axis* (koordinat) sensor *accelerometer* yaitu sumbu x, sumbu y, dan sumbu z. Pada modul sensor 2 diletakan pada bagian tubuh punggung bawah.

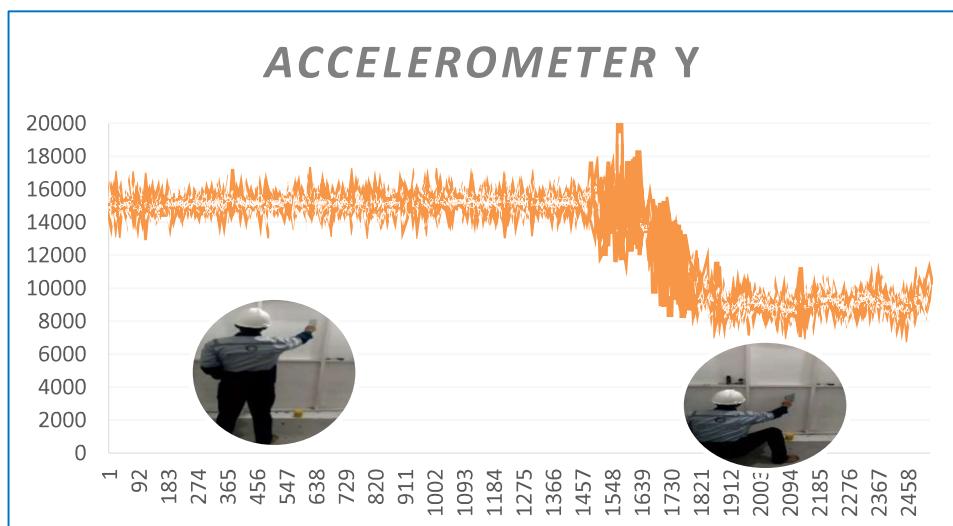
Pengambilan data dengan sensor yang ditempatkan pada posisi yang telah disebutkan dengan 2 kegiatan atau aktivitas yang dilakukan oleh *coating applicator* yaitu dengan metode *manual brushing* dan *automatic spraying*. Penelitian dilakukan pada PT. Adiluhung Saranasegara Indonesia dengan 2 orang pekerja sebagai pedoman analisa gerakan pengecatan yang dilakukan dan 1 mahasiswa sebagai data sampel pekerja yang melakukan kegiatan.

1. *Manual Brushing* (Kuas)

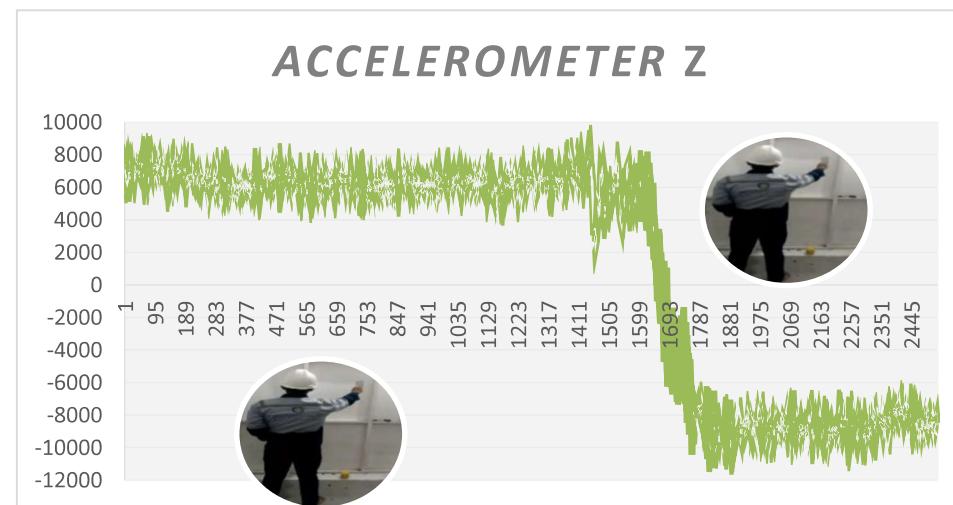
Kegiatan *brushing* dilakukan dengan menggunakan alat kuas yang dilakukan oleh *coating applicator* dilaksanakan dalam posisi berdiri dan berjongkok dalam selang waktu 30 detik. Berikut merupakan grafik data *output* yang dihasilkan oleh sensor *accelerometer* dan *gyroscope*.



(a)



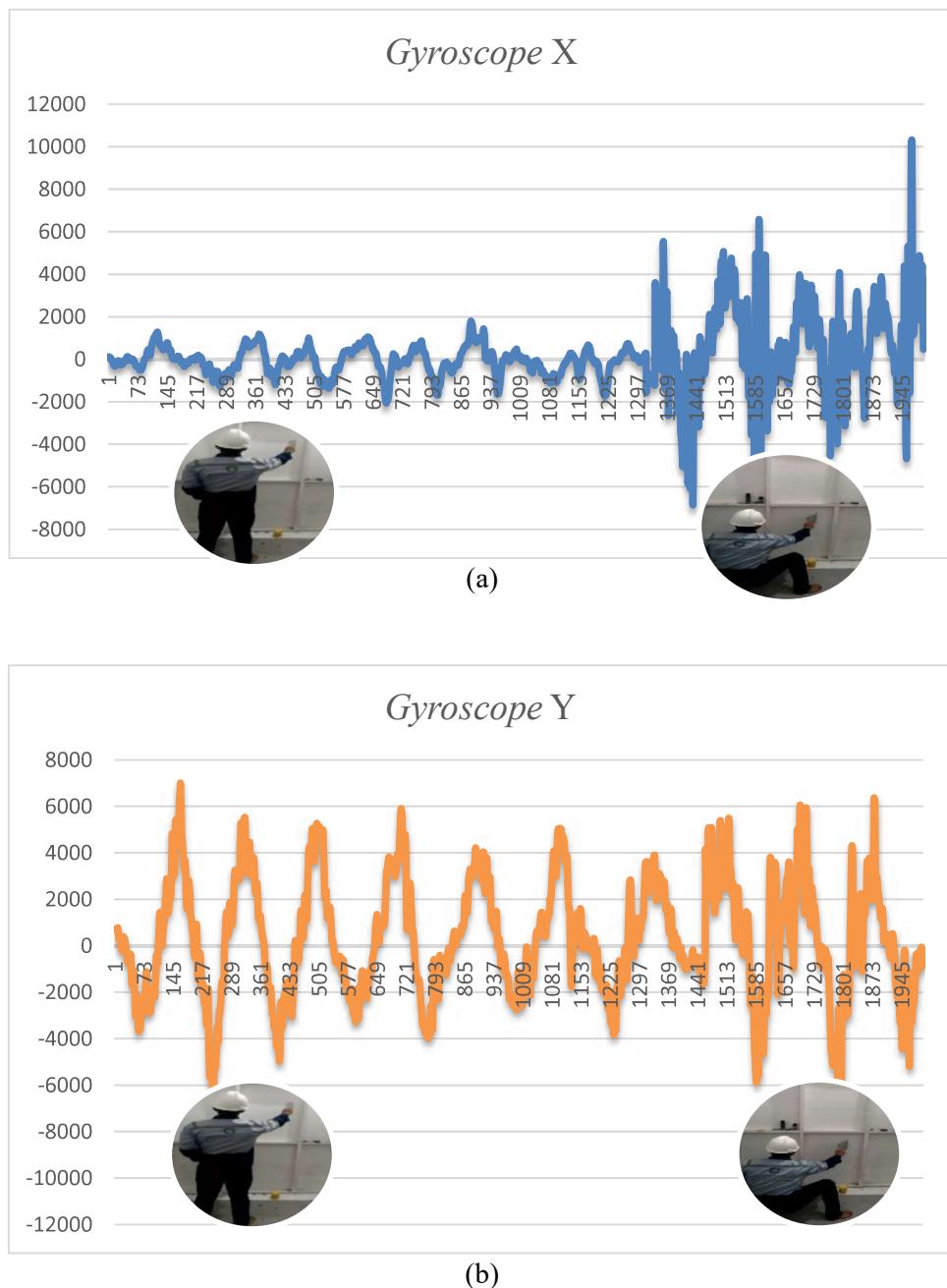
(b)

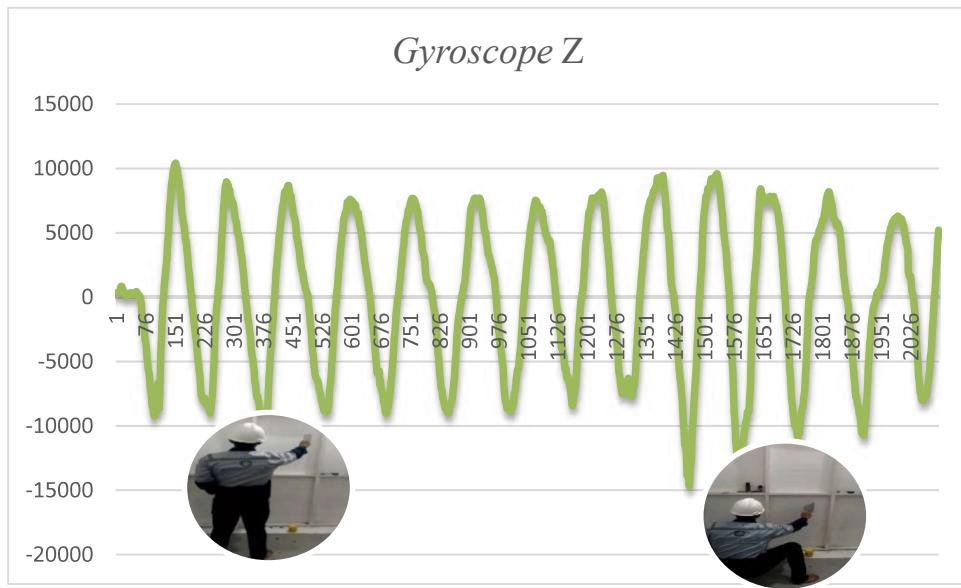


(c)

Gambar 6.1 *Output Data Sensor Accelerometer Metode Manual Brushing:* (a) sumbu X, (b) sumbu Y, dan (c) sumbu Z

Gambar 6.1 dijelaskan pengambilan data dilakukan dalam selang waktu 30 detik pengamatan. Pola grafik yang dihasilkan cenderung sama ketika posisi *coating applicator* bekerja mengecat dalam keadaan berdiri. Perubahan pola grafik yang signifikan mulai terjadi ketika posisi *coating applicator* mulai berpindah dari posisi berdiri menjadi jongkok yang ditunjukkan mulai dari data ke-1600 pada grafik sensor *accelerometer*.





(c)

Gambar 6.2 *Output Data Sensor Gyroscope Metode Manual Brushing*: (a) sumbu X,
(b) sumbu Y, dan (c) sumbu Z

Gambar 6.2 dijelaskan pengambilan data dilakukan dalam selang waktu 30 detik pengamatan. Grafik yang dihasilkan pada sensor *gyroscope* memiliki pola interval yang mirip ketika posisi *coating applicator* bekerja mengecat dalam keadaan berdiri. Perubahan pola grafik mulai terjadi ketika posisi *coating applicator* mulai berpindah dari posisi berdiri menjadi jongkok. Terdapat beberapa perubahan interval grafik yang terjadi pada sensor *gyroscope* sumbu X pada saat perubahan posisi terjadi.

Tabel 6.2 Hasil *Output* Modul sensor 1 dan 2

No	Sensor					
	Accelerometer			Gyroscope		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	-392	14896	7260	117	717	299
2	-400	14916	7124	127	695	317
3	-364	14912	7236	107	723	308
4	-384	14868	7000	114	704	310
5	-272	14772	7276	103	709	336
6	-324	14988	7188	98	734	350
7	-376	14960	7220	66	751	380
8	-272	15160	7172	62	762	389
9	-144	15068	7204	-25	783	349
10	-24	15192	7196	-45	687	413



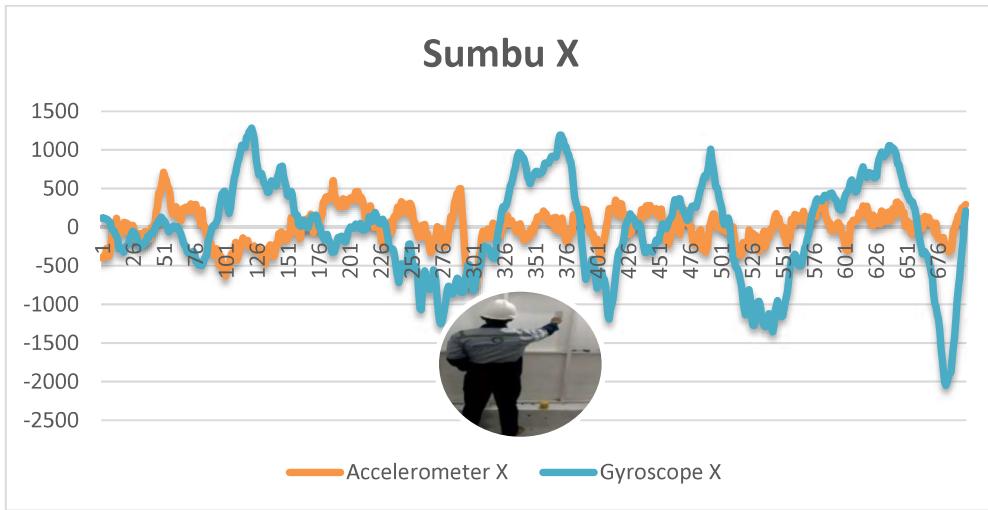
No	Sensor						
	Accelerometer			Gyroscope			
	x	y	z	x	y	z	
1991	1988	9020	-8836	3954	-913	6099	
1992	1412	9036	-8852	3868	-855	6187	
1993	1112	9032	-8740	3619	-501	6186	
1994	912	9028	-8856	3802	-205	6272	
1995	1004	9020	-9012	4245	-61	6296	
1996	1396	9104	-8772	4436	-59	6290	
1997	1616	9096	-8784	3717	-393	6124	
1998	1644	9060	-8704	2158	-793	6075	
1999	1560	9152	-8788	477	-881	5980	
2000	1588	9140	-8756	-1560	4178	5892	
\bar{x}	158.364	14306.33	3960.82	160.362	348.5665	92.256	
min	-4028	8576	-9684	-6842	-9816	-14688	
max	4288	18760	7880	10341	7019	10431	

Tabel 6.2 dijelaskan data *output* yang dihasilkan masing-masing sensor yang terpasang pada tubuh pekerja yang sedang melakukan *brushing* menggunakan alat kuas. Pengambilan data dilakukan selama 30 detik menghasilkan jumlah data sebanyak 2000 data untuk masing-masing sumbu pada setiap sensor. *Delay* waktu yang ditentukan adalah 0.015 detik yang artinya sensor akan mengeluarkan data *output* setiap 0.015 detik untuk masing-masing sumbu pada sensor. Kegiatan pengambilan data dalam jumlah banyak perlu dilakukan agar mendapat hasil data yang akurat, semakin banyak data koordinat sensor yang diperoleh maka pola grafik yang dihasilkan akan lebih jelas.

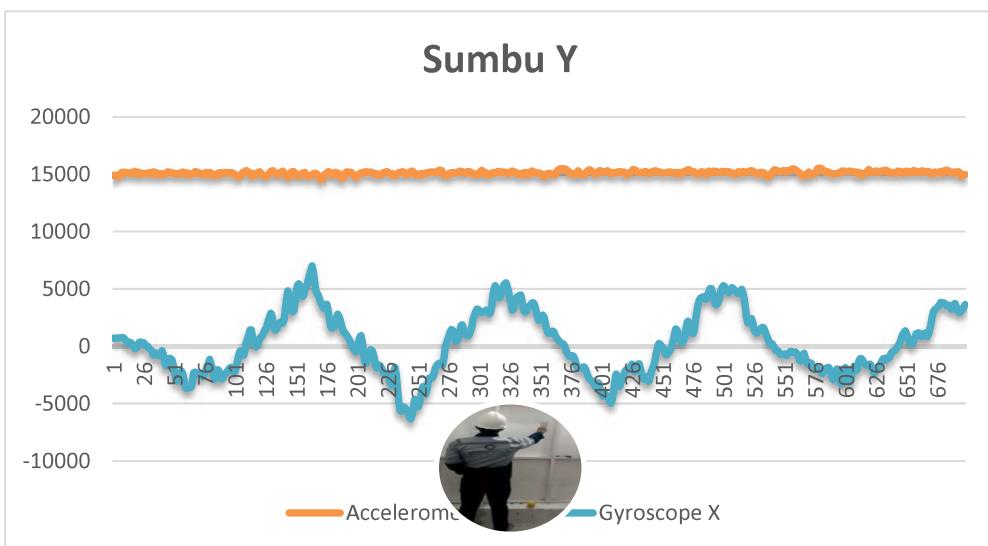
6.1.2 Analisa Grafik *Manual Brushing*

Gambar 6.1 dan Gambar 6.2 ditunjukkan karakteristik perubahan gerakan yang terjadi pada setiap module sensor yang terpasang pada tubuh *coating applicator* ketika melakukan kegiatan atau aktivitas pekerjaan *brushing* dengan menggunakan alat kuas. Terdapat 2 gerakan pada saat *coating applicator* melakukan kegiatan atau aktivitas tersebut. Gerakan 1 merupakan gerakan pada saat *coating applicator* melakukan pengecatan dengan posisi berdiri di tempat yang sama. Gerakan 2 merupakan gerakan pada saat *coating applicator* mulai bergerak mengecat ke bawah terhadap menjadinya berjongkok. Detail grafik dari kedua gerakan tersebut adalah sebagai berikut:

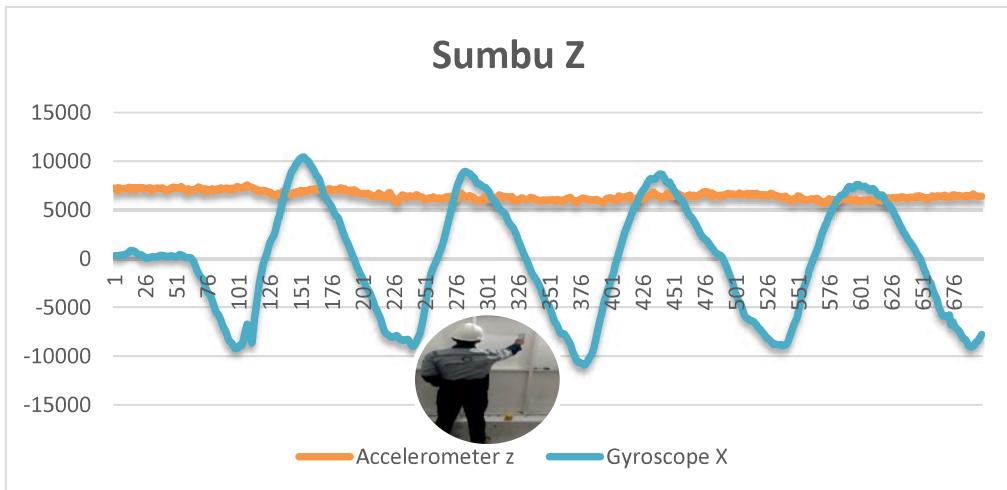
a) Gerakan 1 (Mengecat Posisi Berdiri)



(a)



(b)



(c)

Gambar 6.3 *Output Data Gerakan 1 pada Sensor Metode Manual Brushing:* (a) sumbu X, (b) sumbu Y, dan (c) sumbu Z

Dari masing-masing sumbu sensor terlihat bahwa terdapat persamaan pola data yang terdapat pada Gambar 6.3. Gambar 6.4 merupakan gerakan yang mewakili grafik pada gambar tersebut.



(a)



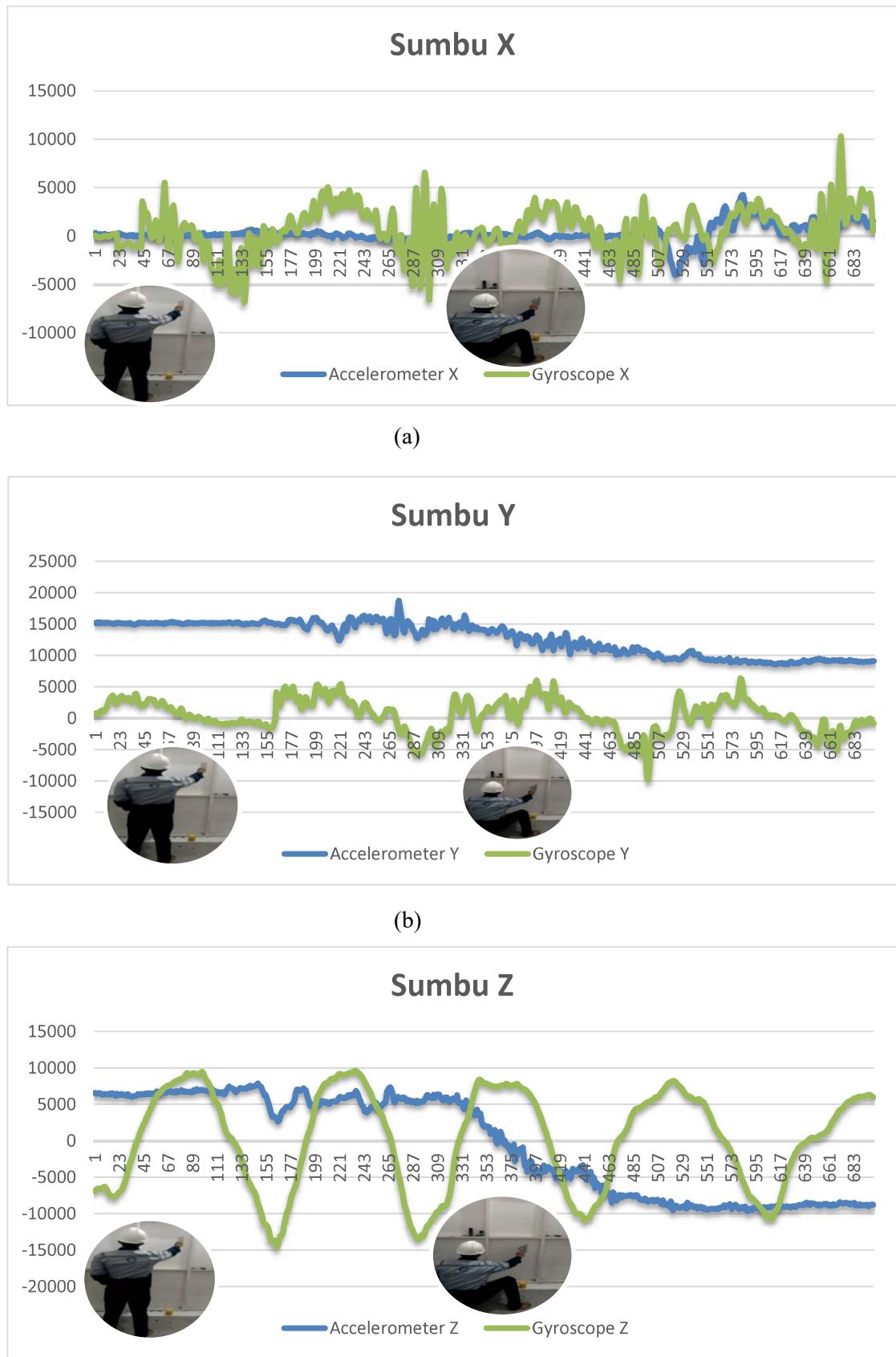
(b)



Gambar 6.4 Pola Gerakan ke-1 *Manual Brushing*:
(a) gerakan pertama, (b) gerakan kedua

Gambar 6.4 dijelaskan pola gerakan yang berasal dari data sensor *accelerometer* dan *gyroscope* pada setiap sumbu koordinat hasil data *logging* dari Gambar 6.3. Garis orange pada Gambar 6.3 adalah hasil data *logging module* sensor *accelerometer*. Pada gerakan 1 (mengecat posisi berdiri), dihasilkan grafik dengan pola yang relatif sama tanpa perubahan yang signifikan ketika proses pengecatan berlangsung. Hal ini ditunjukkan dengan Gambar 6.4, ditunjukkan sensor *accelerometer* yang terletak pada pinggang bawah pada pekerja tidak mengalami perubahan yang berpengaruh. Garis biru pada Gambar 6.3 merupakan hasil *logging* data pada modul sensor *gyroscope*. Garis tersebut tidak mengalami perubahan yang signifikan jika dibandingkan dengan pola grafik yang muncul pada interval bagian awal.

b) Gerakan 2 (Mengecat Posisi Berjongkok)



Gambar 6.5 Output Data Gerakan 2 pada Sensor Metode *Manual Brushing*: (a) sumbu X, (b) sumbu Y dan (c) sumbu Z

Gambar 6.5 merupakan bagian dari data *output* sensor *accelerometer* dan *gyroscope* pada setiap sumbu koordinat hasil *logging* data dari Gambar 6.1 dan Gambar 6.2 pada halaman sebelumnya. Garis biru pada Gambar 6.5 merupakan hasil data *logging* modul sensor *accelerometer*. Grafik tersebut menghasilkan pola yang mirip saat *coating applicator* mengecat dengan keadaan berdiri dan mengalami perubahan yang signifikan ketika pekerja berpindah posisi dari mengecat berdiri menjadi jongkok. Hal ini dijelaskan dengan Gambar 6.6, ditunjukan sensor *accelerometer* yang terletak pada pinggang bawah pada pekerja mengalami perubahan posisi yang signifikan dari keadaan berdiri menjadi berjongkok. Garis hijau pada Gambar 6.5 merupakan hasil *logging* data pada sensor *gyroscope*. Garis tersebut tidak mengalami perubahan yang signifikan terjadi ketika pekerja berubah posisi dari berdiri menjadi jongkok. Hal ini dijelaskan dengan Gambar 6.6, dimana sensor *gyroscope* yang terletak pada pergelangan tangan kanan melakukan aktifitas *brushing* mengalami perpindahan posisi yang cukup besar. Gambar 6.6 merupakan gerakan yang mewakili grafik pada Gambar 6. 5.



(a)

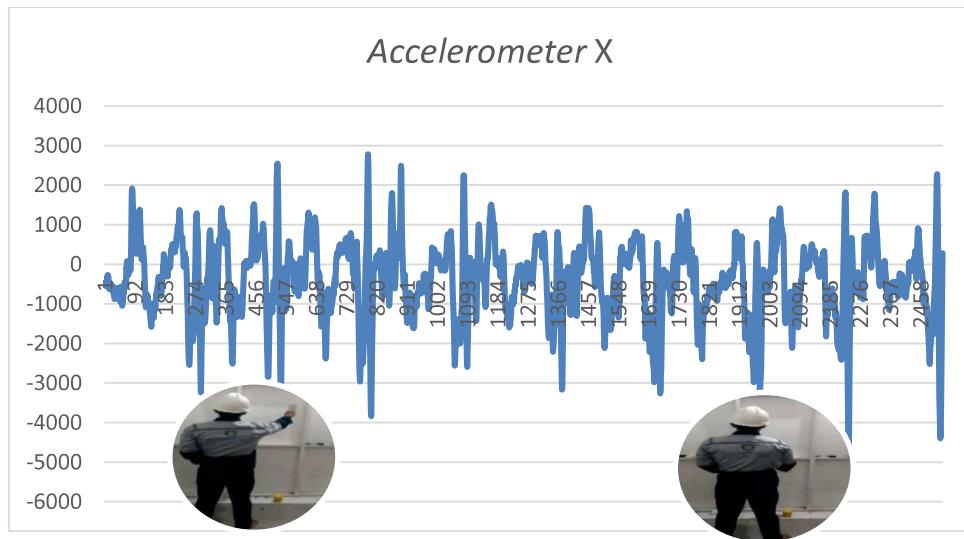


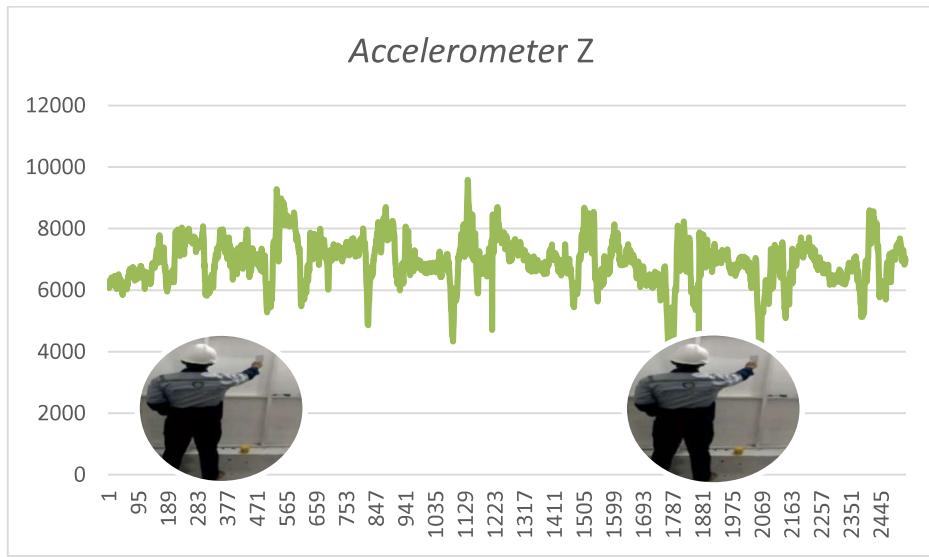
(b)

Gambar 6.6 Pola Gerakan *Brushing* 2:
(a) gerakan pertama, (b) gerakan kedua

2. Automatic Spraying

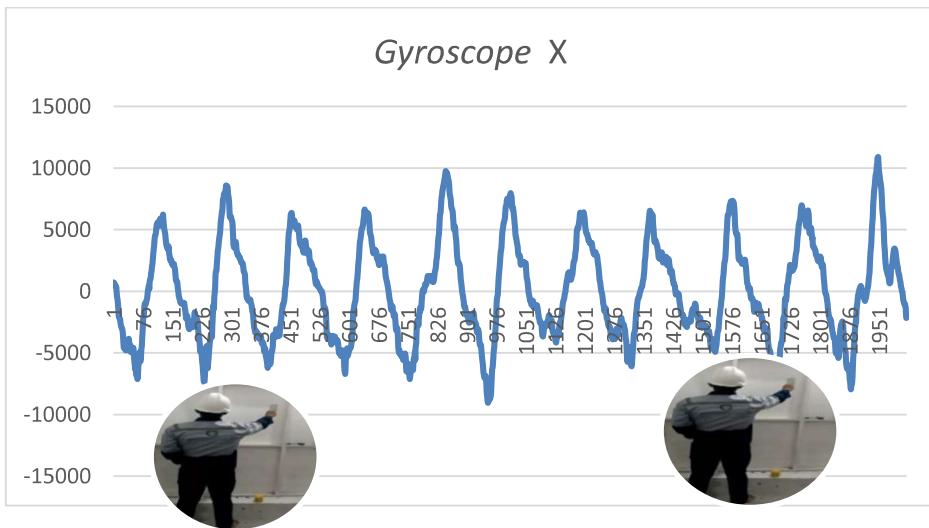
Kegiatan *spraying* dilakukan dengan menggunakan alat *spray gun* yang dilakukan oleh *coating applicator* dilaksanakan dalam posisi berdiri dan bergerak ke arah kanan dalam selang 30 detik waktu *record* dan dihasilkan data untuk masing-masing sensor. Berikut merupakan grafik data *output* yang dihasilkan untuk masing-masing sumbu pada modul sensor 1 *accelerometer* yang diletakan pada bagian tubuh punggung bawah dan modul sensor 2 *gyroscope* pergelangan tangan bagian bawah.



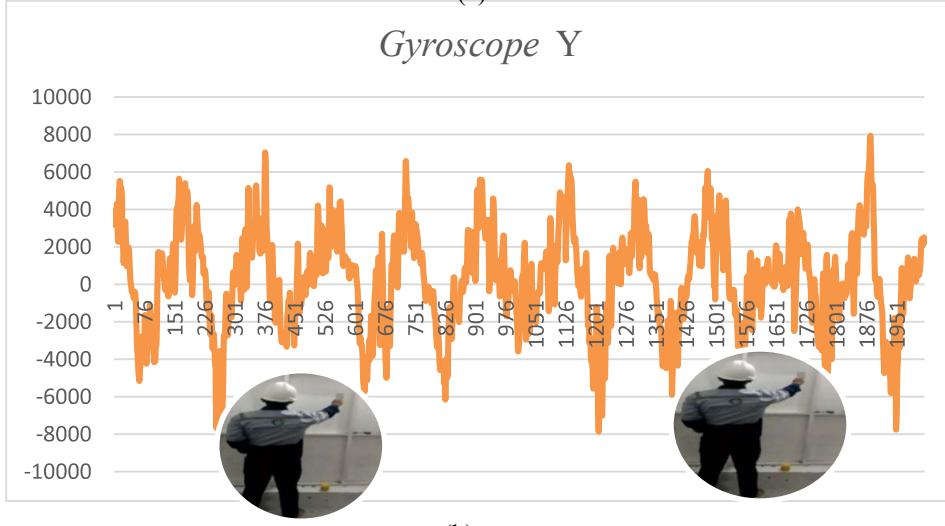


(c)

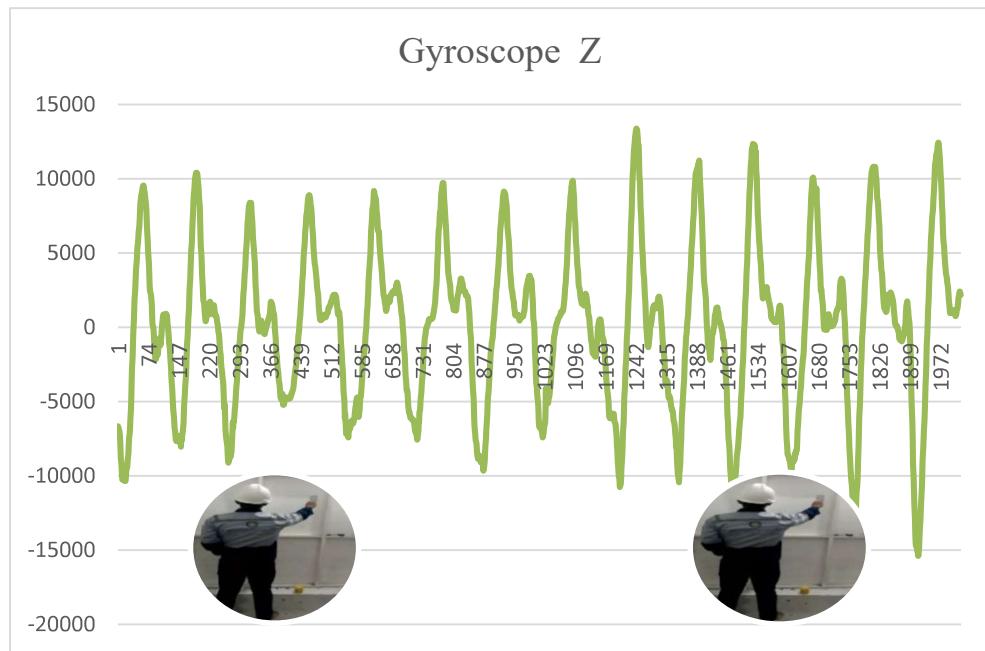
Gambar 6.7 Output Data Sensor Accelerometer Metode Automatic Spraying: (a) sumbu X,
(b) sumbu Y, dan (c) sumbu Z



(a)



(b)



(c)

Gambar 6.8 *Output Data Sensor Gyroscope Metode Automatic Spraying*: (a) sumbu X, (b) sumbu Y, dan (c) sumbu Z

Gambar 6.7 dan Gambar 6.8 merupakan bagian data yang diambil dengan sensor *Accelerometer* dan *Gyroscope* selama selang waktu 30 detik. Data yang dihasilkan oleh sensor *Accelerometer* mempunyai pola yang sama dari bagian interval awal sampai akhir. Gambar 6.7 ditunjukan grafik yang dihasilkan ketika *coating applicator* sedang mengecat menggunakan metode *automatic spraying*, data *output* yang dihasilkan pada sensor *Accelerometer* mengalami perpindahan percepatan yang signifikan ketika *coating applicator* sedang mengecat dan bergerak ke arah samping kanan. Sedangkan untuk sensor *Gyroscope* pola grafik pada Gambar 6.8 ditunjukan pada saat tangan *coating applicator* mulai mengayunkan *sprayer* dari atas kebawah dan bergerak melangkah ke kanan. Jumlah interval grafik yang dihasilkan pada sensor *Gyroscope* sesuai dengan jumlah ayunan yang dilakukan pada saat proses pengambilan data dilakukan. Data *output* yang ditunjukan pada sensor *Gyroscope* menunjukan perpindahan posisi yang relatif sama dan menghasilkan pola yang mirip tanpa terjadi perubahan pola grafik yang signifikan. Rekapitulasi data pada metode *automatic spraying* dengan menggunakan sensor *Gyroscope* dan sensor *Accelerometer* ditunjukan pada Tabel 6.3.

Tabel 6.3 Hasil *Output* Modul Sensor 1 dan 2

No	Sensor						
	Accelerometer			Gyroscope			
	x	y	z	x	y	z	
1	-496	15252	6288	734	3206	-6646	
2	-528	15200	6204	706	3340	-6709	
3	-500	15284	6268	633	3525	-6853	
4	-480	15236	6180	599	3690	-6946	
5	-520	15296	6068	522	3828	-7038	
6	-444	15296	6204	445	4005	-7497	
7	-532	15368	6144	432	4092	-8133	
8	-552	15312	6148	341	4309	-8766	
9	-332	15324	6148	-22	4004	-9188	
10	-412	15316	6172	-376	2877	-9653	



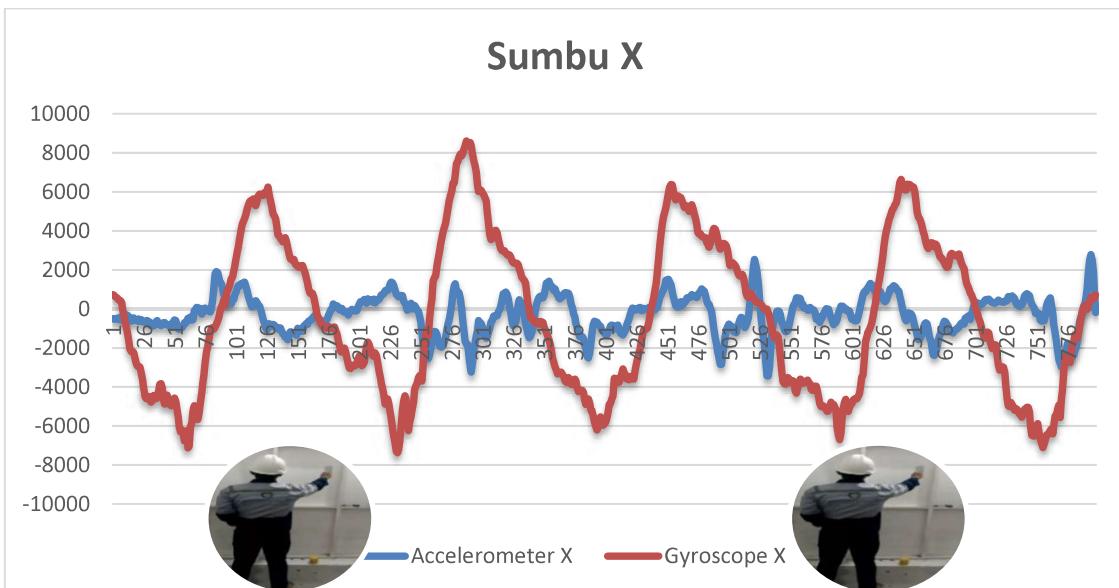
1991	-488	15604	6660	3491	1038	2482
1992	-556	15336	6704	3458	847	2175
1993	-528	15196	6760	3295	726	1815
1994	-460	14836	6872	3069	739	1437
1995	-372	14472	6920	2843	1085	1098
1996	-212	14296	6804	2650	1370	954
1997	-280	13748	6796	2233	1224	975
1998	-384	13344	6716	2116	718	1042
1999	-396	13140	7000	2013	276	1020
2000	-708	12988	7052	1825	153	1072
\bar{x}	-350.716	15063.12	6973.26	67.115	273.566	121.975
min	-3836	12844	3712	-9028	-7853	-15389
max	2788	17460	9592	10909	7944	13386

Tabel 6.3 dijelaskan data *output* yang dihasilkan masing-masing sensor yang terpasang pada tubuh pekerja yang sedang melakukan metode *automatic spraying* menggunakan alat *spray gun*. Pengambilan data dilakukan selama 30 detik dan menghasilkan jumlah data sebanyak 2000 data untuk masing-masing sumbu pada setiap sensor. *Delay* waktu yang ditentukan adalah 0.015 detik yang artinya sensor akan mengeluarkan data *output* setiap 0.015 detik untuk masing-masing sumbu pada sensor. Kegiatan pengambilan data dalam jumlah banyak perlu dilakukan agar mendapat hasil data yang akurat, semakin banyak data koordinat sensor yang diperoleh maka pola grafik yang dihasilkan akan lebih jelas.

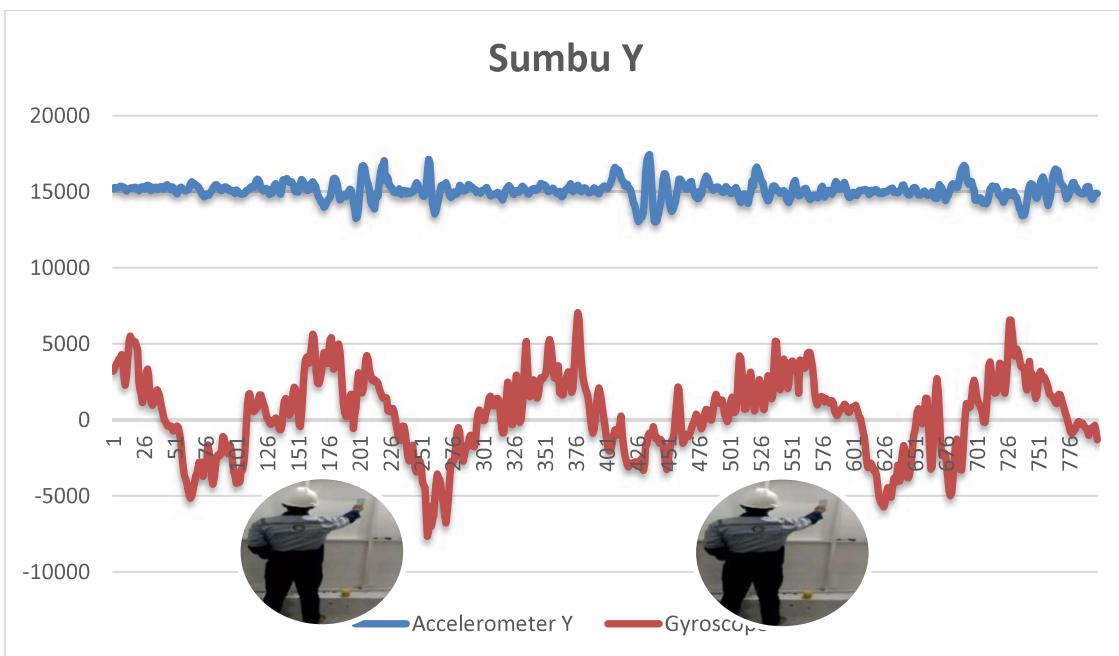
6.1.3 Analisa Grafik Spraying

Gambar 6.7 dan Gambar 6.8 menunjukkan karakteristik perubahan gerakan yang terjadi pada setiap modul sensor yang terpasang pada tubuh *coating applicator* ketika melakukan kegiatan *brushing* dengan menggunakan alat kuas. Terdapat 1 gerakan saja pada saat *coating applicator* melakukan kegiatan atau aktivitas tersebut. Gerakan 1 merupakan gerakan pada saat *coating applicator* melakukan pengecatan dengan posisi berdiri dan bergerak ke kanan. Karakteristik dari kedua gerakan tersebut adalah sebagai berikut:

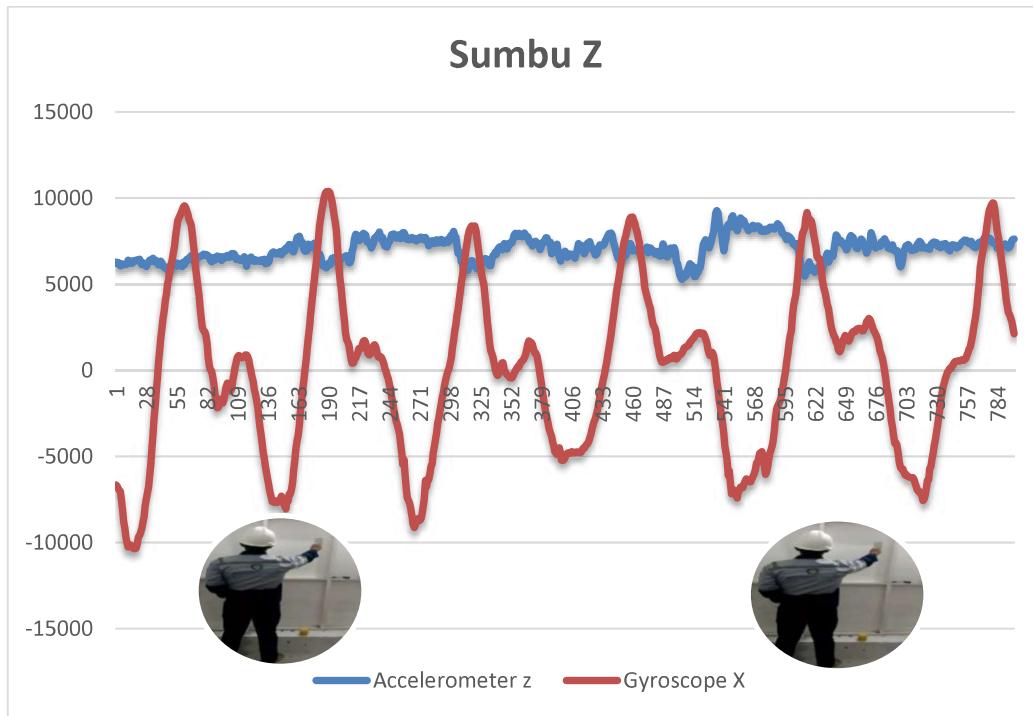
a) Gerakan 1 (Mengecat Posisi Berdiri dan bergerak Ke Samping Kanan)



(a)



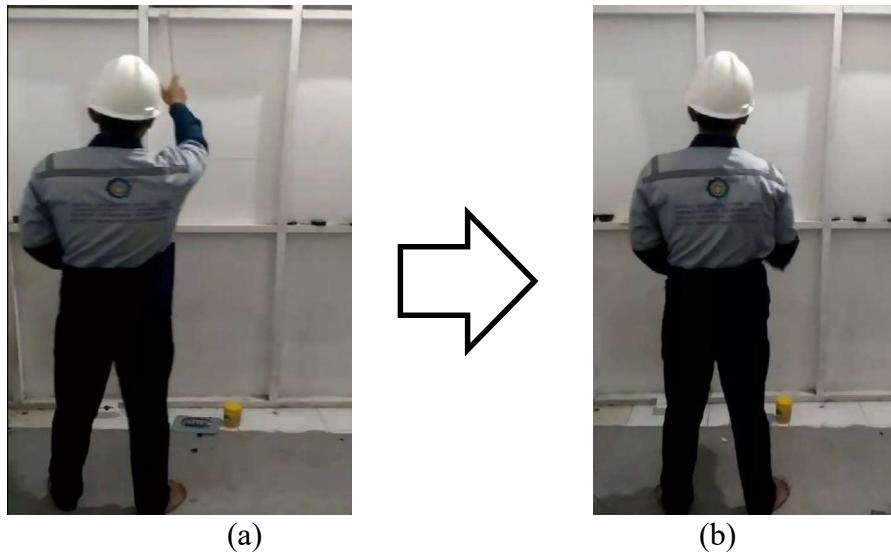
(b)



(c)

Gambar 6.9 *Output Data Gerakan 1 pada Sensor Metode Automatic Spraying: (a) sumbu X, (b) sumbu Y, dan (c) sumbu Z*

Gambar 6.9 merupakan bagian *output* data grafik dari sensor *Accelerometer* dan *Gyroscope* pada setiap sumbu koordinat hasil *logging* data Gambar 6.7 dan Gambar 6.8. Garis biru pada Gambar 6.9 merupakan hasil data *logging* modul sensor *Accelerometer*. Perubahan percepatan yang konsisten menghasilkan grafik dengan pola yang sama dan tidak mengalami perubahan yang signifikan ketika pekerja berpindah keadaan dari mengecat berdiri menjadinya mengecat bergerak ke kanan. Keadaan ini dijelaskan dengan Gambar 6.10 ditunjukkan posisi sensor *Accelerometer* yang terletak pada pinggang bawah pada pekerja mengalami perubahan posisi dari posisi awal diam menjadi bergerak kesamping kanan. Garis merah pada Gambar 6.9 merupakan hasil *logging* data pada modul sensor *Gyroscope* yang mengalami perubahan yang signifikan ketika pekerja bergerak dan mulai mengecat mengayunkan tangan dari atas ke bawah, sehingga menghasilkan bentuk pola grafik dengan interval naik dan turun mengikuti pola ayunan pekerja *coating applicator* ketika sedang melakukan pengecatan. Keadaan ini ditunjukkan dengan Gambar 6.10 bahwa sensor *Gyroscope* yang terletak pada pergelangan tangan kanan melakukan aktifitas *automatic spraying* dari posisi atas berpindah mengayun kebawah.



Gambar 6.10 Pola Gerakan *Automatic Spraying*: (a) gerakan pertama, (b) gerakan kedua

Pada kegiatan atau aktivitas yang dilakukan oleh *coating applicator* didapatkan hasil nilai semesta data dari setiap sumbu sensor yang digunakan. Berikut merupakan rekapitulasi nilai semesta data dari setiap kegiatan yang dilakukan:

Tabel 6.4 Rekapitulasi Nilai Sumbu dari Setiap Kegiatan Modul Sensor *Gyroscope*

Kegiatan	Gyroscope								
	sumbu x			sumbu y			sumbu z		
	\bar{x}	min	max	\bar{x}	min	max	\bar{x}	min	max
Brushing	160.362	-6842	10341	348.5665	-9816	7019	92.256	-14688	10431
Rolling	67.115	-9028	10909	273.566	-7853	7944	121.975	-15389	13386

Tabel 6.4 ditunjukkan hasil rekapitulasi nilai data *output* sensor *Gyroscope* pada saat melakukan pengambilan data gerakan pengecatan dengan metode *brushing* dan *spraying*. Nilai maksimum dan minimum yang diperoleh dari sumbu x pada kedua metode pengecatan terlampir pada tabel tersebut.

Tabel 6.5 Rekapitulasi Nilai Sumbu dari Setiap Kegiatan Modul Sensor *Accelerometer*

Kegiatan	Accelerometer								
	sumbu x			sumbu y			sumbu z		
	\bar{x}	min	max	\bar{x}	min	max	\bar{x}	min	max
Brushing	158.364	-4028	4288	14306.33	8576	18760	3960.82	-9684	7880
Rolling	-350.716	-3836	2788	15063.12	12844	17460	6973.26	3712	9592

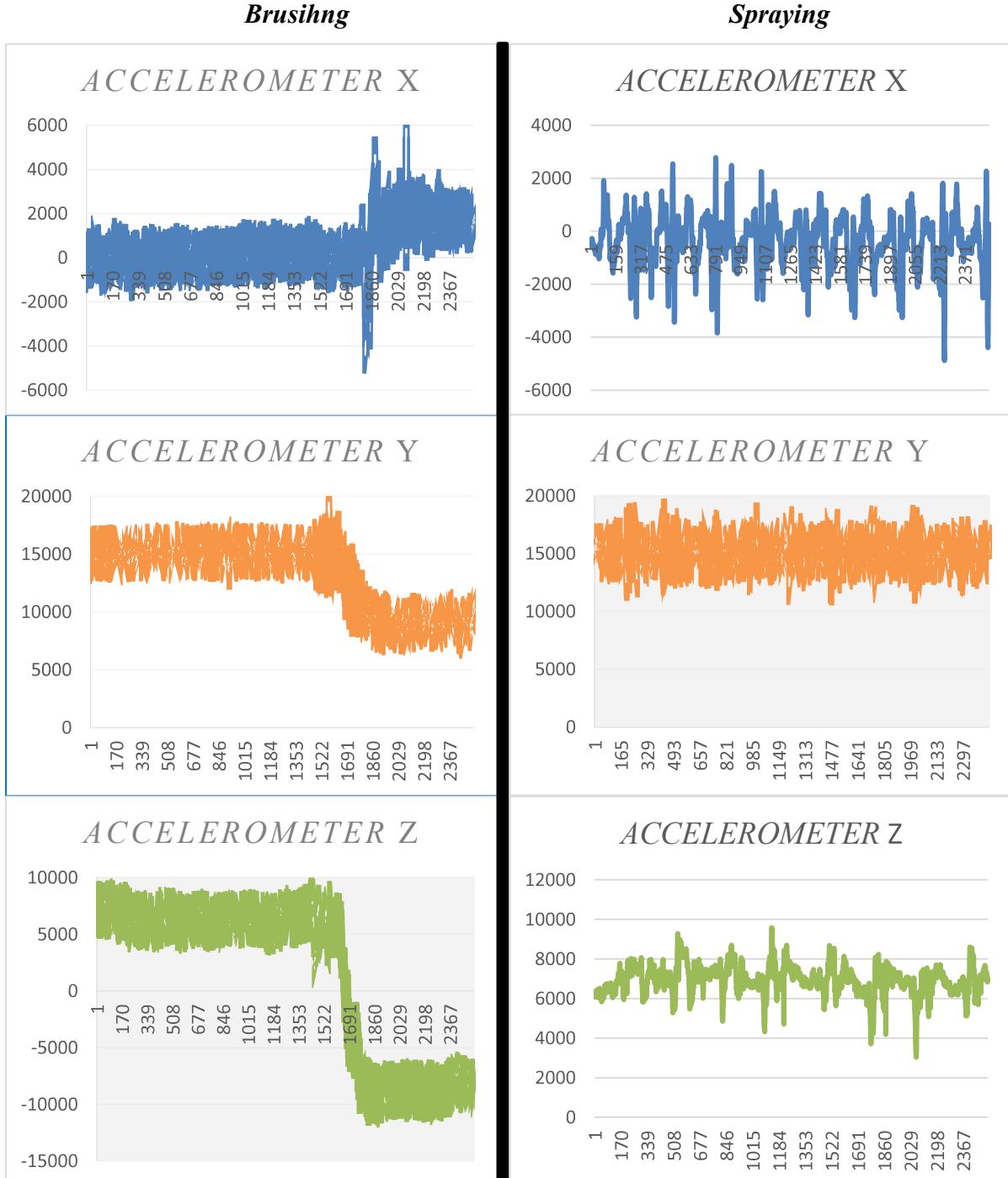
Tabel 6.5 ditunjukkan hasil rekapitulasi nilai data *output* sensor *Accelerometer* pada saat melakukan pengambilan data gerakan pengecatan dengan metode *brushing* dan *spraying*. Nilai maksimum dan minimum yang diperoleh dari sumbu x pada kedua metode pengecatan terlampir pada tabel tersebut.

6.2 Perbandingan Grafik *Manual Brushing* dan *Automatic Spraying*

Berikut adalah perbandingan *pattern* grafik yang dihasilkan dari percobaan monitoring kinerja *coating applicator* ketika mengecat dengan metode *brushing* dan *spraying*.

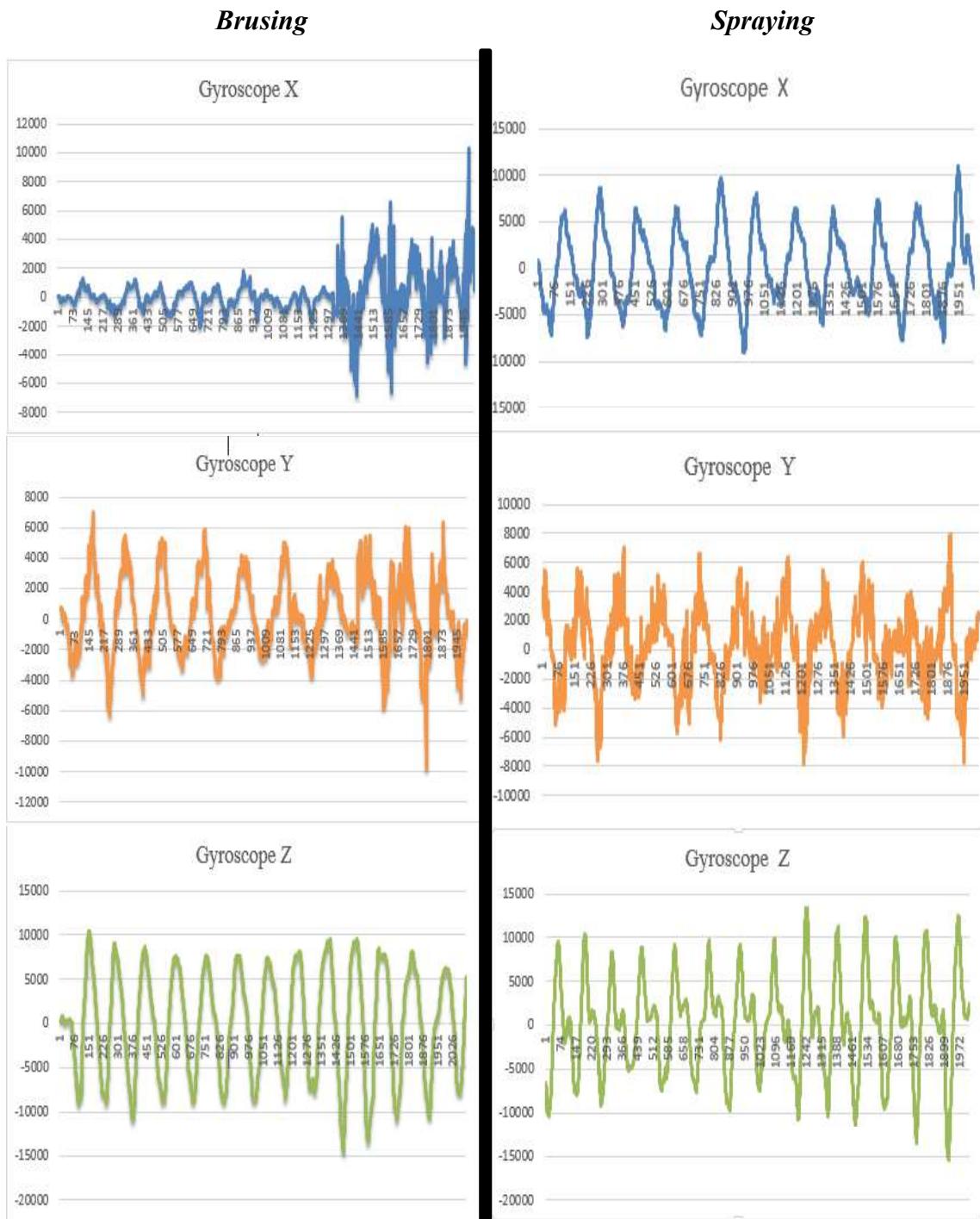
6.2.1 Perbandingan Grafik Sensor Accelerometer

Pengambilan data dilakukan selama selang waktu 30 detik dengan penempatan sensor pada bagian punggung bawah.



Gambar 6.11 Perbandingan Ouput Grafik Sensor Accelerometer Metode Brushing dan Spraying

6.2.2 Perbandingan Grafik Sensor *Gyroscope*



Gambar 6.12 Perbandingan *Ouput* Grafik Sensor *Gyroscope* Metode *Brushing* dan *Spraying*

Gambar 6.11 dan Gambar 6.12 dijelaskan perbandingan pola grafik yang dihasilkan ketika mengecat menggunakan metode *brushing* dan *sparying* dalam selang waktu 30 detik pengambilan data. Setiap gerakan yang dilakukan memiliki karakter tersendiri dan setiap sensor menghasilkan pola grafik yang berbeda ketika sedang mengecat dalam posisi berdiri atau ketika sedang mengecat dalam keadaan berjongkok.

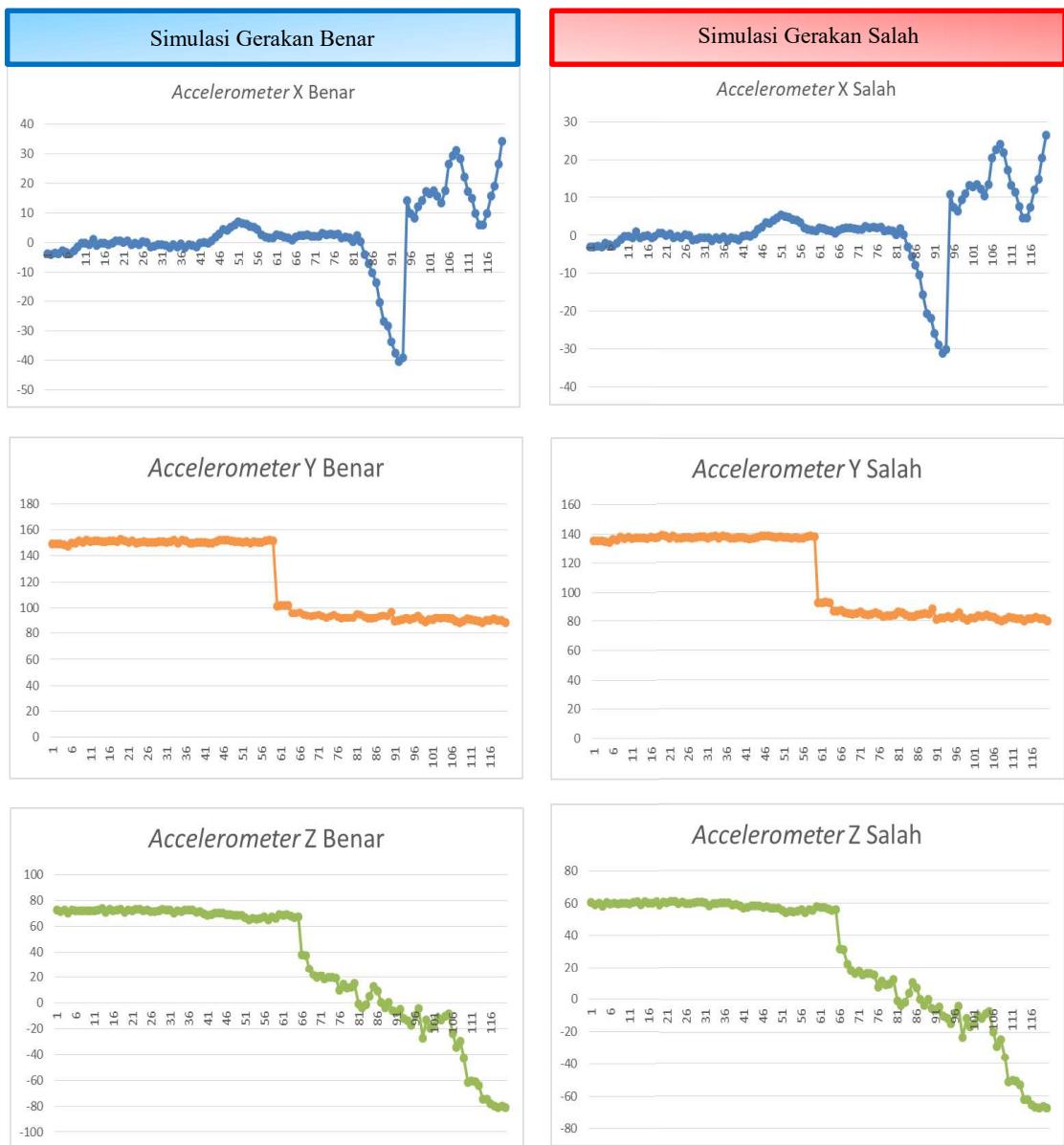
6.3 Hasil Akhir Penelitian

6.3.1 Perbandingan Nilai RMSE Metode *Manual Brushing*

Pada percobaan dengan kuas dilakukan perbandingan data gerakan pengecatan yang benar dengan simulasi gerakan pengecatan yang salah. Dalam kasus ini simulasi gerakan salah yang dimaksud adalah ketika seorang *coating applicator* mengecat dengan posisi benar, namun melakukan gerakan ayunan pengecatan yang salah. Perbandingan ini perlu dilakukan agar perbedaan pekerja yang sedang mengecat dengan benar dengan pekerja yang sudah lelah dalam bekerja ataupun pekerja yang sedang berpura-pura dalam bekerja dapat terpantau.

6.3.2 Perbandingan Grafik Simulasi Gerakan Benar dan Simulasi Gerakan Salah

a) *Brushing Accelerometer*



Gambar 6.13 Perbandingan *Ouput* Grafik Sensor *Accelerometer* Metode *Brushing* Data Benar Vs Data Salah

b) *Brushing Gyroscope*



Gambar 6.14 Perbandingan *Output* Grafik Sensor *Gyroscope* Metode *Brushing* Data Benar Vs Data Salah

Gambar 6.13 dan Gambar 6.14 dijelaskan perbandingan hasil grafik data *output* pengecatan sensor pada simulasi gerakan benar dengan semulasi gerakan salah pada sensor *Accelerometer* dan *Gyroscope*. Pada kasus ini gerakan pengecatan salah yang dimaksud adalah ketika seorang *coating applicator* mengecat menggunakan kuas dengan posisi benar, namun mengecat dengan gerakan ayunan yang salah. Pola grafik yang dihasilkan sensor *accelerometer* terlihat mirip karena melakukan pengecatan dengan perpindahan posisi yang sama. Sedangkan untuk sensor *gyroscope*, grafik yang dihasilkan dari perbandingan simulasi gerakan pengecatan benar dengan simulasi gerakan salah terlihat berbeda.

Tabel 6.6 Hasil Perbandingan Nilai RMSE *Accelerometer* (*Root Mean Squared Error*) pada Simulasi Benar dengan Simulasi Salah Kegiatan *Manual Brushing*

Indikator	Data Gerakan Benar			Data Gerakan Salah		
	<i>Accelerometer</i>			<i>Accelerometer</i>		
	x	y	z	x	y	z
MSE	4.7188675	10.808619	13.676909	7.9650462	128.26474	91.581468
RMSE	2.1722954	3.2876464	3.6982305	2.8222413	11.325402	9.5698207
MAD	-0.92525	0.28025	0.59375	0.5001538	11.008606	5.222
MAPE	21.668434	1.885323	18.608267	2.3076923	9.0909091	16.666667

Tabel 6.7 Hasil Perbandingan Nilai RMSE *Gyroscope* (*Root Mean Squared Error*) pada Simulasi Benar dengan Simulasi Salah Kegiatan *Manual Brushing*

Indikator	Data Gerakan Benar			Data Gerakan Salah		
	<i>Gyroscope</i>			<i>Gyroscope</i>		
	x	y	z	x	y	z
MSE	13.680723	13.603493	10.10289	1469.3389	140.3615	93.547987
RMSE	3.6987461	3.6882913	3.1785044	38.331956	11.847426	9.6720208
MAD	0.5924167	0.5879167	0.1523333	0.0715833	3.5799167	4.1976667
MAPE	10.041041	33.554666	12.927084	73.45623	14.555416	32.626766

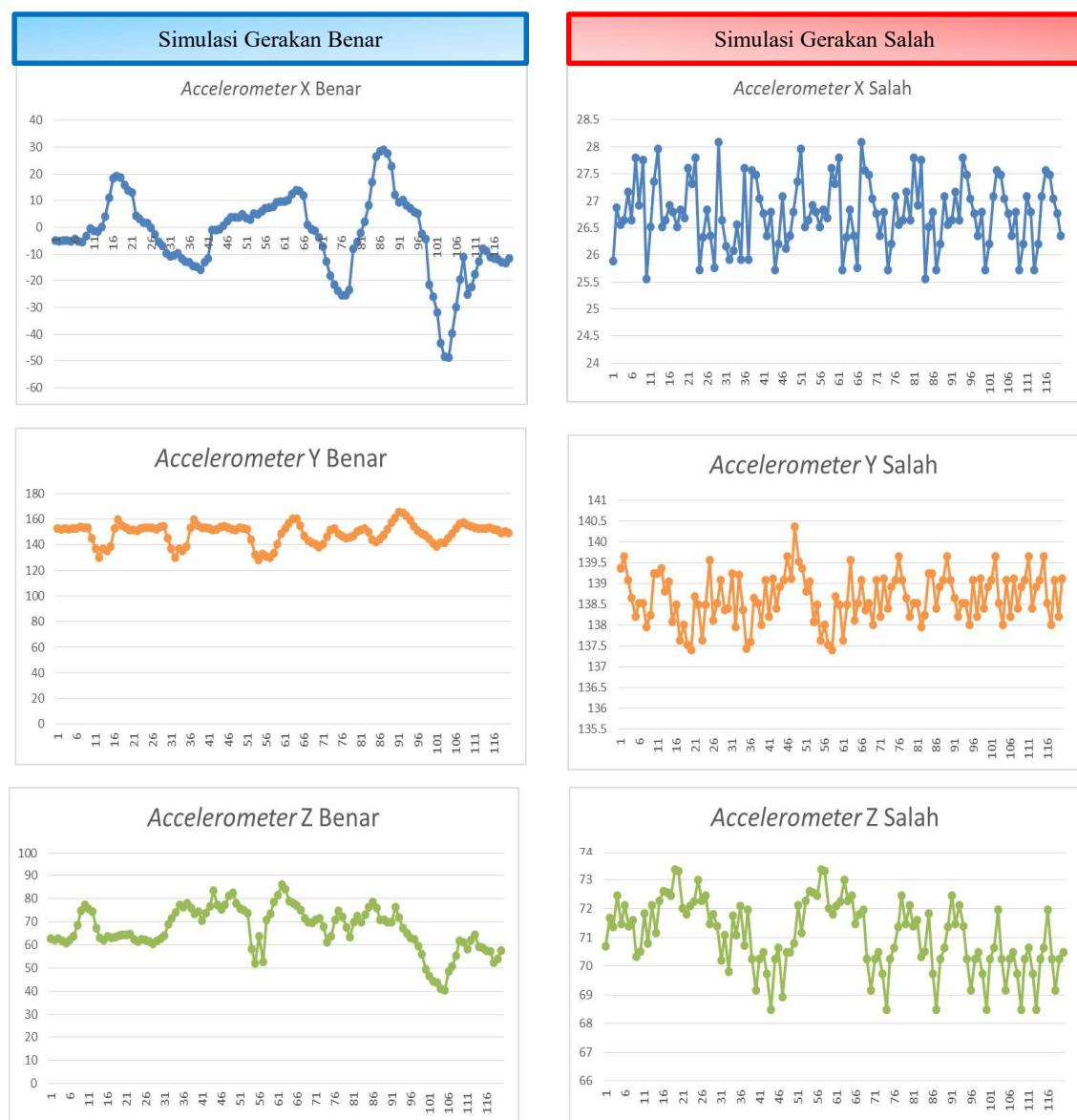
Tabel 6.6 dan Tabel 6.7 dijelaskan hasil perhitungan akar rata-rata kuadrat terkecil (RMSE) dari data *output* yang dihasilkan oleh sensor *Accelerometer* dan *Gyroscope* pada penelitian yang telah dilakukan. Perhitungan selengkapnya terlampir pada Lampiran G Perhitungan RMSE. Nilai RMSE terendah yang didapat untuk simulasi benar sensor *Accelerometer* adalah pada sumbu X dengan nilai sebesar 2.172295, perbedaan nilai RMSE pada simulasi gerakan benar dengan simulasi gerakan salah sensor *Accelerometer* terlihat kecil karena melakukan pengecatan dengan posisi yang sama. Sedangkan untuk sensor *Gyroscope* adalah pada sumbu Z dengan nilai RMSE sebesar 3.1785044. Nilai RMSE pada simulasi data benar pada sensor *Accelerometer* maupun *Gyroscope* lebih rendah dibandingkan dengan simulasi data salah, dimana data dengan nilai RMSE terendah memiliki tingkat kesalahan *error* yang relatif kecil dalam menjustifikasi kegiatan bekerja atau tidaknya seorang *coating applicator* saat melakukan pekerjaan. Apabila nilai RMSE yang dihasilkan oleh data yang terekam sensor bernilai lebih besar jika dibandingkan dengan acuan nilai RMSE data gerakan pengecatan *brushing* yang benar, maka dapat dikatakan seorang *coating applicator* tersebut sedang tidak bekerja dengan benar.

6.3.3 Perbandingan Nilai RMSE Metode *Spraying*

Pada percobaan dengan *spray* dilakukan perbandingan data gerakan pengecatan yang benar dengan simulasi gerakan pengecatan yang salah. Dalam kasus ini simulasi gerakan salah yang dimaksud adalah ketika seorang *coating applicator* mengecat dengan posisi salah dengan melakukan gerakan ayunan pengecatan yang salah pula. Perbandingan ini perlu dilakukan agar perbedaan pekerja yang sedang mengecat dengan benar dengan pekerja yang sudah lelah dalam bekerja ataupun pekerja yang sedang berpura-pura dalam bekerja dapat terpantau.

6.3.4 Perbandingan Grafik Simulasi Gerakan Benar dan Simulasi Gerakan Salah

a) *Spraying Accelerometer*



Gambar 6.15 Perbandingan Output Grafik Sensor Accelerometer Metode *Spraying* Data Benar Vs Data Salah

b) *Spraying Gyroscope*



Gambar 6.16 Perbandingan *Ouput* Grafik Sensor *Gyroscope* Metode *Spraying* Data Benar Vs Data Salah

Gambar 6.15 dan Gambar 6.16 dijelaskan perbandingan hasil grafik data *output* pengecatan sensor pada simulasi gerakan benar dengan semulasi gerakan salah pada sensor *Accelerometer* dan *Gyroscope*. Pada percobaan ini, gerakan pengecatan yang salah adalah ketika seorang *coating applicator* mengecat dengan *spray* pada posisi salah dengan gerakan ayunan pengecatan yang salah pula. Perbedaan grafik hasil perbandingan antara sensor *Accelerometer* dan *Gyroscope* simulasi gerakan benar dengan semulasi gerakan salah terlihat sangat signifikan, dapat disimpulkan bahwa simulasi gerakan yang salah menghasilkan grafik yang tidak sesuai dan konsisten dengan pola yang dihasilkan oleh data simulasi gerakan pengecatan benar.

Tabel 6.8 Hasil Perbandingan Nilai RMSE *Accelerometer* (*Root Mean Squared Error*) pada Simulasi Benar dengan Simulasi Salah Kegiatan *Spraying*

Indikator	Data Gerakan Benar			Data Gerakan Salah		
	<i>Accelerometer</i>			<i>Accelerometer</i>		
	x	y	z	x	y	z
MSE	5.413545	28.826002	12.569693	1119.9292	165.80136	105.85063
RMSE	2.3267026	5.3689852	3.5453762	33.465344	12.876388	10.288373
MAD	1.0758333	0.3026667	1.60075	-29.957	10.256667	-4.20375
MAPE	2.7424102	2.0324931	2.9656614	83.568778	7.548024	13.71271

Tabel 6.9 Hasil Perbandingan Nilai RMSE *Gyroscope* (*Root Mean Squared Error*) pada Simulasi Benar dengan Simulasi Salah Kegiatan *Spraying*

Indikator	Data Gerakan Benar			Data Gerakan Salah		
	<i>Gyroscope</i>			<i>Gyroscope</i>		
	x	y	z	x	y	z
MSE	5.19367	5.203935	5.192375	1469.3389	138.70074	95.810617
RMSE	2.2789625	2.2812135	2.2786783	38.331956	11.777128	9.7882898
MAD	1.044	1.046	1.0443333	0.0715833	3.3399167	4.3995
MAPE	123.83126	28.81719	7.9168197	1385.3305	82.7953	13.485446

Tabel 6.8 dan Tabel 6.9 dijelaskan hasil perhitungan akar rata-rata kuadrat terkecil (RMSE) dari data *output* yang dihasilkan oleh sensor *Accelerometer* dan *Gyroscope* pada penelitian yang telah dilakukan. Perhitungan selengkapnya terlampir pada Lampiran G Perhitungan RMSE. Nilai RMSE terendah yang didapat untuk simulasi benar sensor *Accelerometer* adalah pada sumbu X dengan nilai sebesar 2.3267026, sedangkan sensor *Gyroscope* adalah pada sumbu X dengan nilai RMSE sebesar 2.2789625. Nilai RMSE pada simulasi data benar pada sensor *Accelerometer* maupun *Gyroscope* lebih rendah dibandingkan dengan simulasi data salah. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa simulasi dengan gerakan yang benar mempunyai nilai RMSE terkecil dibanding simulasi gerakan salah, dimana data dengan nilai RMSE terendah memiliki tingkat kesalahan *error* yang relatif kecil dalam menjustifikasi kegiatan bekerja atau tidaknya seorang *coating applicator* saat melakukan pekerjaan. Apabila nilai RMSE yang dihasilkan oleh data yang terekam sensor bernilai besar jika dibandingkan dengan acuan nilai RMSE acuan data gerakan pengecatan *spraying* yang benar, maka dapat dikatakan seorang *coating applicator* tersebut sedang tidak bekerja dengan benar.

BAB 7

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan percobaan dan penelitian maka kesimpulan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Sistem monitoring pekerjaan *coating applicator* pada galangan kapal saat ini masih menggunakan cara konvensional dengan menempatkan pengawas dilapangan sebagai salah satu cara untuk memonitoring kinerja para pekerja. Selain itu sistem monitoring pekerjaan *coating applicator* secara *real-time* belum diterapkan pada galangan dalam pembangunan kapal, sehingga diperlukan perancangan Tugas Akhir ini agar dapat memonitoring kinerja *coating applicator* secara praktis.
2. Untuk mengembangkan sistem monitoring kinerja *coating applicator* pada galangan kapal telah didapatkan letak bagian tubuh yang signifikan bergerak pada pelaksanaan kegiatan *coating applicator* khususnya pada metode *brushing*, dan *spraying* dimana diperlukan untuk penentuan lokasi peletakan sensor untuk memonitoring kinerja *coating applicator*. Bagian tubuh tersebut adalah pergelangan tangan bagian bawah dan bagian punggung bawah. Pada penelitian tugas akhir ini didapatkan semesta atau *range* data *output* yang dihasilkan dari pembacaan sensor pada setiap lokasi peletakan dari masing-masing kegiatan yang akan dilakukan monitoring, diperoleh data nilai semesta untuk kegiatan atau aktivitas *brushing* pada modul sensor ke-1 *Gyroscope* X[-6842 10341], Y[-9816 7019], Z[-14688 10431] dan pada modul sensor ke-2 adalah *Accelerometer* X[-4028 4288], Y[8576 18760], Z[-9684 7880]. Sedangkan kegiatan *spraying* dengan menggunakan *airless spray* menghasilkan semesta *Gyroscope* X[-9028 10909], Y[-7853 7944], Z[-15389 13386] dan pada modul sensor ke-2 adalah *Accelerometer* X[-3836 2788], Y[12844 17480], Z[3712 9592]. Data koordinat tersebut bersamaan dengan pola grafik yang konsisten dapat dijadikan sebagai *range* tolok ukur dalam menentukan aktivitas dari *coating applicator* tersebut sedang bekerja dengan benar atau tidak. Faktor penting lain yang dapat dijadikan acuan dalam menjustifikasi pekerjaan pekerja adalah nilai RMSE yang didapat ketika melakukan perbandingan data simulasi dengan data

gerakan yang benar. Apabila perbandingan nilai RMSE kedua data tersebut rendah, maka dapat disimpulkan pekerja tersebut bekerja dengan gerakan yang benar.

3. Sistem monitoring menggunakan *arduino* sangat berpotensi dikembangkan lebih lanjut untuk kedepanya dimana *microcontroller* tersebut bersifat fleksibel dengan dapat ditambahkanya sensor lain untuk membantu memonitoring pekerjaan pada galangan kapal. Secara umum sistem ini dapat diaplikasikan pada bidang perkapanalan, namun terdapat *noise* atau pertambahan nilai data yang dihasilkan oleh pembacaan sensor yang disebabkan oleh gerakan tambahan yang dilakukan oleh pekerja.

7.2 Saran

Adapun saran yang dapat dilakukan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Pada penelitian tugas akhir ini menggunakan modul sensor MPU 6050 sangat sensitif dalam melakukan pembacaan *output* sehingga perlu kecermatan lebih dalam memanfaatkan sensor tersebut.
2. *Hardware* pada penelitian ini menggunakan *Arduino Uno* sehingga kapasitas memori menjadi kendala dalam pengujian, sehingga untuk penelitian selanjutnya *microcontroller* yang digunakan harus memiliki kapasitas memori yang lebih besar.
3. Pembuatan aplikasi dapat dilakukan dengan menggunakan data *output* yang menjadi kesimpulan dari tugas akhir ini. Data tersebut dapat digunakan sebagai input dari aplikasi yang akan dibuat sehingga dapat memutuskan kegiatan atau aktivitas pekerjaan yang dilakukan.
4. Semakin banyak data kegiatan atau aktivitas pekerjaan yang dilakukan maka semakin akurat sistem dalam melakukan pengambilan keputusan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adrianto, D. & Triwilaswadio, W. P. (2017). *Perancangan Aplikasi Berbasis Android untuk Pemeriksaan pengecatan Kapal Bangunan Baru*. Surabaya: JURNAL TEKNIK ITS Vol. 6, No. 1, (2017) ISSN: 2337-3539
- Achmafajri, R. & Triwilaswadio, W. P. (2017). *Perancangan Aplikasi Komputer Berbasis Android untuk Pemeriksaan Pengelasan pada Bangunan Kapal Baru*. Surabaya: JURNAL TEKNIK ITS Vol. 6, No. 1, (2017) ISSN: 2337-3539
- American Bureau of Shipping (ABS). (2007). *Guidance Notes on The Inspection, Maintenance and Application of Marine Coating Systems, Third Edition*. United States: ABS.
- Ardianto, P. dan Pratikno, H. (2017). *Pengaruh Cacat Coating dan Perbedaan Salinitas Terhadap Laju Korosi Pada Daerah Splash Zone Menggunakan Material Baja A36*. JURNAL TEKNIK ITS Vol. 6, No. 1, (2017) ISSN: 2337-3539
- Berendsen, A. M. (1989). *Marine Painting Manual*. Netherlands: Kluwer Academic Publisher.
- Edvardsen, Michael, Joel Rietz. (2017). Thesis. *Sensor-Based Intelligent Positioning and Monitoring System*. Uppsala, SE: Uppsala University.
- Fathurrahman, L. dan Abadi, I. (2017). *Sistem Pendekripsi Kondisi Terjatuh berbasis Accelerometer Dan Gyroscope Menggunakan Adaptive Neuro Fuzzy Inference System*. JURNAL TEKNIK ITS Vol. 6, No. 1, (2017) ISSN: 2337-3539
- Hansel, D. & Triwilaswadio, W. P. (2016). *Perancangan Aplikasi Komputer Berbasis Android untuk Estimasi Biaya Reparasi Kapal Interaktif* Surabaya: JURNAL TEKNIK ITS Vol. 5, No. 2, (2016) ISSN: 2337-3539
- Holmberg, K. dan Matthews, A. 2010. *Coating Tribology Properties, Mechanisms, Techniques, and Applications in surface Engineering Second Edition*.The University of Sheffield. UK.
- Lasuardi, J. A. & Triwilaswadio, W. P. (2016). *Perancangan Aplikasi Komputer Berbasis Android untuk Panduan Pengawasan Pembangunan Kapal Baru oleh Owner Surveyor*. Surabaya: JURNAL TEKNIK ITS Vol. 5, No. 2, (2016) ISSN: 2337-3539
- Hudson, R. 1982. *Surface Preparation for Coating*. The National Physical Labotary.
- ISO 8501. 2011. *Corrosion Protection of Steel Structures by Painting*. International Organization for Standardization.
- Mortazavi, Bobak, Ebrahim Nemati, Kristia VanderWall, Hector G. Flores-Rodriguez, Jun Yu Jacinta Cai, Jessica Lucier, Arash Naeim, Majid Sarrafzadeh. (2015). *Can Smartwatches Replace Smartphones for Posture Tracking?*. Los Angeles, USA: University of California.
- Salbino, S. (2013). *Buku Pintar Gadget Android untuk Pemula*. Lembar Langit Indonesia. Jakarta.
- Septiari, R. dan Supomo, H. (2010). *Studi Penggunaan Ekstrak Bahan Alami Sebagai Inhibitor Korosi Pada Cat Untuk Pelat Kapal A36*. Surabaya: JURNAL TEKNIK ITS Vol. 1, No. 1, (2010) ISSN: 2337-3539
- Tor Carlsson. (2015). Master Thesis. *Individualized Motion Monitoring by Wearable Sensors*.

- Uslu G, Dursunoglu H.I, Altun O and Baydere S, 2013, “*Human Activity Monitoring with Wearable Sensors and Hybrid Classifiers,*” Computer Engineering, ISSN 2150-7988 Volume 5 pp. 345-353.
- Weiner, A. (2017). *Essential Tremor Measurement and Analys*. New Jersey: New jersey Governor's School of Engineering and Technology.
- Widhiatmaka, S. T. dan Supomo, H. (2010). *Studi Perbandingan Metode Pengecatan Ruang Muat Kapal Sesuai Aturan IMO*. Surabaya: JURNAL TEKNIK ITS Vol. 1, No. 1, (2010) ISSN: 2337-3539
- Yang, C., and Hsu, Y. 2010). *A Review of Accelerometry-Based Wearable Motion Detectors for Physical Activity Monitoring*. Journal of Department of Mechanical Engineering, Yuan Ze University, 10, 1-17.
- Yun, Xiaoping, Eric R. Bachmann, Hyatt Moore IV, James Calusdian. (2007). *Self-contained Position Tracking Human Movement Using Small Inertial/Magnetic Sensor Module*. Makalah. Dalam: IEEE International Conference on Robotics and Automation Roma, Italy 10-14 April 2007.

LAMPIRAN

Lampiran A Data Pekerja

Lampiran B *Sketch* (Program) *Arduino Uno*

Lampiran C Data Hasil *Ouput Module Sensor*

Lampiran D Grafik Data Hasil *Output Module Sensor*

Lampiran E Validasi Data

Lampiran F *Sketch* (Program) *Wifi Shield Esp 8266*

Lampiran G Perhitungan RMSE

LAMPIRAN A
DATA PEKERJA

Applicator 1	
	
Nama Lengkap	Salman Farizi
Asal	Bangkalan
Tanggal Lahir	25/03/1990
Tinggi Badan	172 cm
Berat Badan	63 kg
Jabatan	Coating Applicator
Sertifikat	1. Field Application of Coating Complex Structure 2. Helper Coating Applicator

Applicator 1	
	
Nama Lengkap	Muslimin
Asal	Bangkalan
Tanggal Lahir	17/09/1992
Tinggi Badan	170 cm
Berat Badan	75 kg
Jabatan	Coating Applicator
Sertifikat	2. Helper Coating Applicator

LAMPIRAN B
SKETCH (PROGRAM) ARDUINO UNO

Sketch (program) Arduino Uno

```
#include<Wire.h>
const int MPU2=0x69,MPU1=0x68;
int16_t AcX1,AcY1,AcZ1,Tmp1,GyX1,GyY1,GyZ1;
int16_t AcX2,AcY2,AcZ2,Tmp2,GyX2,GyY2,GyZ2;

//-----\setup loop-----
void setup(){
    Wire.begin();
    Wire.beginTransmission(MPU1);
    Wire.write(0x6B); // PWR_MGMT_1 register
    Wire.write(0); // set to zero (wakes up the MPU-6050)
    Wire.endTransmission(true); Wire.begin();
    Wire.beginTransmission(MPU2);
    Wire.write(0x6B); // PWR_MGMT_1 register
    Wire.write(0); // set to zero (wakes up the MPU-6050)
    Wire.endTransmission(true);
    Serial.begin(9600);
}

//-----\void loop\-----
void loop(){

    //get values for first mpu having address of 0x68
    GetMpuValue1(MPU1);
    Serial.print(" ");
    Serial.print("||");

    //get values for second mpu having address of 0x69
    GetMpuValue2(MPU2);
    Serial.println("");
}

//-----\user defined functions\-----
void GetMpuValue1(const int MPU){

    Wire.beginTransmission(MPU);
    Wire.write(0x3B); // starting with register 0x3B (ACCEL_XOUT_H)
    Wire.endTransmission(false);
    Wire.requestFrom(MPU, 14, true); // request a total of 14 registers
    AcX1=Wire.read()<<8|Wire.read(); // 0x3B (ACCEL_XOUT_H) & 0x3C (ACCEL_XOUT_L)
    AcY1=Wire.read()<<8|Wire.read(); // 0x3D (ACCEL_YOUT_H) & 0x3E (ACCEL_YOUT_L)
    AcZ1=Wire.read()<<8|Wire.read(); // 0x3F (ACCEL_ZOUT_H) & 0x40 (ACCEL_ZOUT_L)
    Tmp1=Wire.read()<<8|Wire.read(); // 0x41 (TEMP_OUT_H) & 0x42 (TEMP_OUT_L)
    GyX1=Wire.read()<<8|Wire.read(); // 0x43 (GYRO_XOUT_H) & 0x44 (GYRO_XOUT_L)
    GyY1=Wire.read()<<8|Wire.read(); // 0x45 (GYRO_YOUT_H) & 0x46 (GYRO_YOUT_L)
```

```

GyZ1=Wire.read()<<8| Wire.read(); // 0x47 (GYRO_ZOUT_H) & 0x48 (GYRO_ZOUT_L)
//Serial.print("AcX = ");
Serial.print(AcX1);
Serial.print(" | AcY = ");
Serial.print(AcY1);
Serial.print(" | AcZ = ");
Serial.print(AcZ1);
Serial.print(" | GyX = ");
Serial.print(GyX1);
Serial.print(" | GyZ = ");
Serial.println(GyZ1);
Serial.print(" | GyY = ");
Serial.print(GyY1);

}

void GetMpuValue2(const int MPU){

Wire.beginTransmission(MPU);
Wire.write(0x3B); // starting with register 0x3B (ACCEL_XOUT_H)
Wire.endTransmission(false);
Wire.requestFrom(MPU, 14, true); // request a total of 14 registers
AcX2=Wire.read()<<8| Wire.read(); // 0x3B (ACCEL_XOUT_H) & 0x3C (ACCEL_XOUT_L)
AcY2=Wire.read()<<8| Wire.read(); // 0x3D (ACCEL_YOUT_H) & 0x3E (ACCEL_YOUT_L)
AcZ2=Wire.read()<<8| Wire.read(); // 0x3F (ACCEL_ZOUT_H) & 0x40 (ACCEL_ZOUT_L)
Tmp2=Wire.read()<<8| Wire.read(); // 0x41 (TEMP_OUT_H) & 0x42 (TEMP_OUT_L)
GyX2=Wire.read()<<8| Wire.read(); // 0x43 (GYRO_XOUT_H) & 0x44 (GYRO_XOUT_L)
GyY2=Wire.read()<<8| Wire.read(); // 0x45 (GYRO_YOUT_H) & 0x46 (GYRO_YOUT_L)
GyZ2=Wire.read()<<8| Wire.read(); // 0x47 (GYRO_ZOUT_H) & 0x48 (GYRO_ZOUT_L)
Serial.print("AcX");
Serial.print(AcX2);
Serial.print("AcY");
Serial.print(AcY2);
Serial.print("AcZ");
Serial.print(AcZ2);
Serial.print(" | GyX = ");
Serial.print(GyX2);
Serial.print(" | GyY = ");
Serial.print(GyY2);
Serial.print(" | GyZ = ");
Serial.println(GyZ2);
}

```

LAMPIRAN C
DATA HASIL *OUTPUT* MODUL SENSOR

Manual Brushing						
No	Sensor					
	Accelerometer			Gyroscope		
	x	y	z	x	y	z
1	-392	14896	7260	117	717	299
2	-400	14916	7124	127	695	317
3	-364	14912	7236	107	723	308
4	-384	14868	7000	114	704	310
5	-272	14772	7276	103	709	336
6	-324	14988	7188	98	734	350
7	-376	14960	7220	66	751	380
8	-272	15160	7172	62	762	389
9	-144	15068	7204	-25	783	349
10	-24	15192	7196	-45	687	413
11	-20	15088	7184	-47	539	522
12	-72	15144	7276	-93	432	573
13	116	15128	7348	-117	249	680
14	-92	15108	7100	-163	288	819
15	-28	15100	7332	-280	351	860
16	-12	15160	7204	-270	275	860
17	-72	15144	7244	-276	51	773
18	-28	15092	7320	-299	-72	743
19	64	15248	7064	-322	-198	623
20	64	15168	7268	-257	-159	471
21	-4	15020	7204	-241	-6	387
22	48	15184	7304	-222	317	390
23	-68	15000	7320	-203	396	412
24	-20	15024	7184	-140	347	336
25	-72	15092	7272	-80	318	240
26	24	15068	7156	-50	315	117
27	-8	15040	7164	-66	137	68
28	-152	15052	7192	-84	86	85
29	-124	15116	7292	-104	14	80
30	-80	15120	7268	-173	-149	108
31	-84	15012	7232	-232	-242	178
32	-88	15120	6988	-260	-317	209
33	-176	15196	7184	-239	-554	190
34	-76	14996	7160	-211	-758	148
35	-140	15188	7240	-219	-657	179
36	-52	15156	7232	-186	-573	203
37	-184	15004	7240	-194	-680	288
38	-76	14992	7208	-115	-778	358
39	-104	15064	7248	-141	-787	363
40	-152	15064	7280	-96	-578	359
41	-16	15044	7192	-69	-362	318
42	8	14984	7068	-82	-646	289
43	-32	14988	7080	-39	-1322	268
44	48	15076	7056	-15	-1695	226
45	196	15196	6996	36	-1671	244
46	276	15192	7204	40	-1386	264

47	448	15188	7288	91	-1048	310
48	424	15132	7224	77	-1062	295
49	520	15088	7336	135	-1151	255
50	596	15112	7272	117	-1564	214
51	712	15068	7236	65	-2019	196
52	652	15072	7280	75	-2682	285
53	612	15008	7220	32	-3034	356
54	532	15080	7268	-9	-2977	446
55	512	15028	7424	-59	-2744	389
56	432	15040	7272	-43	-2405	337
57	260	15140	7144	-19	-2144	228
58	196	15192	7112	0	-2382	204
59	168	15152	7116	17	-3053	137
60	160	15028	6896	15	-3582	125
61	264	15148	7180	-19	-3678	136
62	228	14980	6996	9	-3583	124
63	180	14948	7072	-15	-3510	76
64	152	15068	7092	-57	-3607	-111
65	84	15028	7032	-86	-3530	-257
66	180	15060	7032	-138	-2952	-527
67	244	15076	7188	-192	-2310	-885
68	248	15220	7200	-236	-2229	-1211
69	260	15224	7380	-249	-2291	-1489
70	220	15096	7176	-317	-2403	-1719
71	212	15120	7248	-340	-2388	-1875
72	212	15124	7192	-338	-2358	-2000
73	304	15020	6924	-340	-2400	-2282
74	264	15012	6952	-332	-2647	-2657
75	288	15024	7180	-309	-2537	-3007
76	256	14948	6880	-341	-2216	-3352
77	296	15172	7020	-441	-2025	-3519
78	160	15020	7068	-431	-1868	-3640
79	192	15120	7064	-490	-1474	-3928
80	148	15164	7184	-485	-1114	-4282
81	36	15128	6964	-481	-1517	-4676
82	224	14888	7056	-497	-1969	-5073
83	28	14876	7020	-464	-2509	-5429
84	16	14924	7176	-401	-2895	-5570
85	-52	14948	7140	-382	-2598	-5722
86	-116	14996	7052	-317	-2035	-5971
87	-76	15104	7292	-199	-2046	-6331
88	-212	14960	7156	-129	-2425	-6709
89	-204	15148	7156	-75	-2710	-7034
90	-272	15092	7184	-6	-2846	-7230
91	-284	15100	7236	20	-2674	-7491
92	-360	15148	7240	16	-2466	-7839
93	-276	15084	7216	49	-2311	-8201
94	-280	15180	7064	83	-2244	-8455
95	-312	15156	7088	114	-2137	-8578
96	-496	15120	7244	241	-1926	-8688

97	-372	15052	7140	330	-1837	-8932
98	-480	15148	7128	427	-1821	-9168
99	-532	15076	7204	451	-1991	-9216
100	-576	15036	7428	469	-2223	-9139
101	-628	14988	7356	446	-2164	-9148
102	-500	14888	7360	321	-1656	-8906
103	-500	14836	7252	251	-1166	-8777
104	-516	14752	7320	179	-698	-8871
105	-392	14864	7344	248	-393	-8378
106	-340	14956	7308	403	-533	-7798
107	-340	15140	7468	528	-740	-7196
108	-324	15132	7568	644	-768	-6716
109	-192	15276	7412	694	-227	-7291
110	-428	15312	7424	772	316	-7636
111	-388	15268	7372	852	629	-8219
112	-344	15096	7340	892	1007	-8661
113	-228	15104	7248	979	1432	-7511
114	-200	14872	7212	1061	1453	-6158
115	-136	15080	7060	1058	980	-5252
116	-204	14904	7132	1050	469	-4245
117	-208	14916	6976	1033	188	-3324
118	-220	14968	6844	1166	-27	-2539
119	-168	15120	6876	1156	89	-1882
120	-252	15176	7020	1234	361	-1253
121	-256	15236	6996	1254	658	-582
122	-264	15060	7008	1287	800	-136
123	-264	14992	6880	1228	899	214
124	-240	14880	6912	1150	1159	599
125	-312	14860	6832	1033	1416	1035
126	-268	14828	6836	853	1434	1468
127	-272	14812	6832	766	1809	1751
128	-292	15020	6664	678	2229	2019
129	-288	15052	6508	699	2571	2248
130	-392	15260	6580	695	2891	2527
131	-368	15228	6544	637	2737	2956
132	-396	15300	6604	578	2155	3541
133	-476	15132	6724	555	1542	4090
134	-380	15092	6468	506	1425	4441
135	-280	14948	6696	451	1585	4915
136	-260	14972	6628	457	1825	5434
137	-228	15088	6912	540	1983	6055
138	-288	15176	6852	603	2120	6593
139	-260	15228	6880	569	1997	7070
140	-380	15260	6756	552	2058	7458
141	-332	15092	6664	555	2382	7848
142	-212	14968	6708	532	3143	8270
143	-216	14788	6548	653	4118	8680
144	-84	14728	6656	697	4838	8975
145	-188	14772	6784	781	4524	9172
146	-56	15028	6756	788	4093	9328

147	-76	15188	6700	793	3406	9606
148	-88	15148	6888	659	3018	9791
149	-136	15224	6784	589	3093	9991
150	-164	15044	6836	518	3908	10161
151	-156	14864	7032	409	4859	10291
152	-68	14920	6800	402	5289	10361
153	-96	14968	6960	449	5450	10424
154	128	14916	6992	463	5244	10431
155	24	15044	6900	424	4753	10199
156	-24	15096	6960	273	4353	10141
157	-12	15120	6968	166	4499	10037
158	0	15164	7096	166	4939	9874
159	-80	14856	7136	156	5237	9561
160	-36	14852	7160	29	5426	9461
161	-148	14844	7036	45	5918	9245
162	-76	14880	7152	8	6343	9048
163	96	14856	7076	33	6645	8768
164	20	14952	7232	91	7019	8517
165	12	15076	7216	46	6475	8361
166	4	15100	7016	30	5605	8172
167	112	15096	7144	-8	4841	7798
168	116	15020	7164	-4	4593	7299
169	96	14876	7024	91	4484	6852
170	172	14812	7088	116	4123	6441
171	36	14572	7040	144	3809	6310
172	-68	14576	7084	117	3616	6118
173	16	14624	7032	115	3336	5907
174	-20	14940	7192	160	3311	5775
175	64	15040	7200	113	3548	5558
176	-8	15072	7068	17	3676	5369
177	72	15232	7000	16	3150	5018
178	132	15208	7028	-53	2423	4792
179	160	15132	7112	-84	1846	4515
180	320	15016	7036	-138	1593	4373
181	344	14988	7116	-165	1670	4257
182	392	14992	7004	-133	1743	3994
183	400	15172	7276	-91	1884	3612
184	356	15072	7240	-154	2435	3169
185	360	15084	7176	-181	2816	2769
186	408	15064	7016	-230	2623	2451
187	452	14760	7184	-322	2288	2141
188	604	14772	7040	-313	1828	1853
189	420	14648	6956	-318	1445	1612
190	376	14776	6960	-243	1220	1306
191	316	15028	7060	-183	1172	979
192	320	15192	6744	-130	1002	656
193	260	15188	6988	-143	838	296
194	308	15148	7092	-120	655	-5
195	284	15180	6828	-115	440	-301
196	368	15164	6940	-173	303	-621

197	332	15076	6832	-166	-26	-956
198	268	14884	6740	-188	-295	-1222
199	356	14816	6704	-135	-412	-1543
200	336	14732	6656	-61	-490	-1733
201	332	14796	6652	-25	-219	-2061
202	380	14912	6724	3	288	-2392
203	348	15084	6668	-6	833	-2628
204	360	15120	6684	-6	941	-2918
205	392	15076	6716	-17	311	-3086
206	460	15172	6620	41	-592	-3281
207	432	15172	6632	18	-1312	-3522
208	464	15220	6436	27	-1476	-3884
209	336	15208	6420	-13	-1259	-4211
210	400	15160	6392	49	-766	-4589
211	376	15172	6476	-29	-456	-5030
212	320	15192	6420	-35	-301	-5188
213	272	15084	6372	-35	-338	-5425
214	96	15112	6752	8	-601	-5719
215	228	15032	6600	-19	-1145	-6000
216	176	14988	6592	50	-1697	-6383
217	248	15028	6460	136	-1896	-6856
218	280	14980	6280	94	-1718	-7264
219	196	14916	6320	71	-1621	-7578
220	108	15036	6264	103	-1762	-7686
221	-4	14980	6640	168	-1965	-7752
222	124	15036	6744	192	-2190	-7845
223	20	15168	6788	150	-2355	-7973
224	92	15136	6536	81	-2498	-8043
225	20	15228	6276	49	-2370	-8034
226	-48	15204	6228	49	-2318	-8068
227	-184	15124	5916	42	-2705	-7963
228	-184	15056	5844	104	-3197	-7848
229	-188	15056	5784	46	-3411	-7925
230	-244	14924	5956	53	-3182	-8080
231	-132	14996	6196	-12	-2315	-8237
232	0	14904	6420	-123	-1825	-8286
233	52	14960	6556	-246	-2467	-8344
234	72	15084	6496	-279	-3791	-8377
235	-64	15100	6476	-275	-4887	-8333
236	0	15168	6364	-282	-5593	-8281
237	124	15212	6240	-305	-5666	-8265
238	148	15224	6416	-403	-5408	-8349
239	136	15192	6464	-532	-5280	-8535
240	260	15048	6432	-629	-5329	-8822
241	160	15000	6380	-717	-5503	-8981
242	176	15020	6356	-565	-5587	-8985
243	332	15016	6440	-473	-5840	-8789
244	280	15204	6548	-510	-6245	-8619
245	216	15204	6568	-565	-6320	-8173
246	260	15292	6320	-569	-5960	-7959

247	300	15172	6364	-557	-5285	-7658
248	232	15048	6348	-409	-4644	-7241
249	172	15060	6324	-220	-4642	-6667
250	312	14912	6232	-216	-5138	-6002
251	284	14916	6052	-329	-5260	-5193
252	220	15020	6020	-451	-4903	-4314
253	72	15064	6116	-533	-4307	-3406
254	64	15040	6196	-549	-3701	-2602
255	-36	14988	6256	-510	-3506	-2065
256	-80	15028	6220	-598	-3897	-1600
257	-132	15104	6188	-842	-4140	-1233
258	-128	15068	6352	-1052	-3825	-870
259	20	15152	6196	-1069	-3206	-600
260	16	15160	6216	-880	-2783	-265
261	28	15192	6144	-701	-2820	59
262	36	15204	6248	-561	-2782	376
263	-124	15196	6244	-674	-2634	703
264	-80	15196	6036	-770	-2333	1004
265	-176	15152	6188	-795	-1916	1336
266	-284	15160	6192	-806	-1685	1730
267	-328	15188	6248	-771	-1539	2226
268	-192	15372	6352	-684	-1492	2781
269	-284	15328	6240	-552	-1468	3309
270	-140	15328	6320	-569	-1616	3871
271	-128	15132	6384	-718	-1618	4391
272	8	14940	6376	-946	-1008	4928
273	-60	14980	6384	-1117	-72	5416
274	-32	14960	6200	-1226	282	5910
275	-16	14900	6240	-1249	557	6441
276	-124	15036	6092	-1222	886	6917
277	-248	15108	6128	-1141	1247	7394
278	-244	15076	6420	-1043	1459	7819
279	-168	15144	6572	-947	1406	8107
280	-188	15100	6744	-813	1012	8424
281	-60	15120	6636	-760	663	8681
282	-36	15144	6480	-857	432	8835
283	136	15172	6464	-839	496	8972
284	76	15140	6284	-867	848	8952
285	156	15280	6376	-857	1423	8862
286	320	15252	6280	-773	1819	8784
287	364	15236	6504	-709	1884	8757
288	440	15184	6276	-657	1476	8645
289	400	15080	6280	-670	1173	8451
290	496	15120	6332	-749	1003	8293
291	504	15232	6048	-840	1000	8300
292	240	15172	5988	-837	910	8012
293	36	15220	5916	-846	1092	7713
294	-232	15184	6036	-803	1454	7745
295	-480	15072	5940	-639	1811	7686
296	-508	15024	5928	-587	2359	7587

297	-728	14988	6100	-486	2688	7458
298	-700	14992	6016	-483	3031	7398
299	-740	15044	6360	-600	3262	7309
300	-644	14976	6280	-683	3236	7304
301	-636	15040	6348	-819	3119	7127
302	-648	15232	6108	-789	3017	7031
303	-592	15348	6144	-729	2917	6751
304	-732	15264	6124	-613	3015	6422
305	-556	15084	6072	-554	3035	6155
306	-388	15140	6340	-525	3074	6049
307	-304	14956	6200	-486	3169	5992
308	-124	14976	6240	-370	3081	5826
309	-48	14968	6272	-256	2842	5614
310	-132	15048	6388	-243	2924	5330
311	-76	15064	6556	-278	3433	5121
312	-88	15156	6328	-278	4317	5021
313	-24	15088	6448	-262	4946	4859
314	-132	15128	6208	-284	5294	4785
315	-132	15208	6352	-312	5058	4694
316	-96	15176	6304	-381	4665	4539
317	56	15264	6328	-399	4221	4208
318	32	15160	6284	-400	4246	3894
319	-36	15120	6348	-405	4658	3655
320	32	15192	6204	-239	4998	3453
321	-32	15172	6388	-91	5343	3340
322	12	15160	6200	1	5495	3182
323	-108	15164	5940	71	5545	2913
324	-12	15044	5924	201	5220	2633
325	-8	15060	6080	266	4730	2302
326	152	15160	5964	237	4161	1971
327	152	15200	6044	273	3593	1665
328	116	15276	6172	287	3149	1349
329	144	15220	6256	361	3236	1013
330	44	15144	6188	438	3767	668
331	48	15172	6124	537	4173	396
332	88	15012	6080	570	4332	86
333	40	15036	6024	631	4279	-167
334	32	14984	6084	716	4464	-411
335	8	15028	6172	755	4476	-773
336	-60	14968	6308	845	3974	-1104
337	28	15124	6228	932	3264	-1435
338	-72	15036	6244	966	3045	-1697
339	48	15176	6188	952	3015	-1864
340	-56	15092	6080	936	3138	-2032
341	-56	14964	6040	898	3360	-2249
342	-160	15124	6040	896	3494	-2501
343	-164	15144	5956	833	3649	-2708
344	-112	15288	5964	762	3758	-3011
345	-108	15256	5900	651	3812	-3347
346	-140	15116	6040	621	3692	-3750

347	-52	15132	5996	563	3352	-4129
348	-16	15096	5984	617	2774	-4504
349	-28	15096	6044	660	2384	-4721
350	-64	15128	6008	668	2263	-4735
351	44	15088	6024	705	2339	-4884
352	56	14992	6040	725	2529	-5172
353	132	14896	6024	722	2721	-5537
354	120	14776	6080	685	2542	-5908
355	108	14944	5972	698	2118	-6338
356	156	15020	5868	700	1570	-6590
357	140	15064	6060	721	1241	-6735
358	212	15084	6084	757	1118	-7079
359	176	15084	6048	831	1196	-7372
360	176	14948	5992	833	1211	-7594
361	128	14956	5904	828	1320	-7734
362	76	15016	6024	828	1268	-7728
363	60	15012	5952	865	1002	-7701
364	100	15112	6028	911	783	-7845
365	64	15328	6156	920	611	-8068
366	120	15376	6244	910	512	-8279
367	-24	15488	6244	914	419	-8531
368	128	15376	6308	907	300	-8760
369	-36	15492	6068	980	247	-9029
370	64	15492	6020	1123	185	-9522
371	0	15472	5880	1192	10	-9784
372	-52	15448	5964	1195	-300	-10082
373	120	15284	5796	1161	-615	-10391
374	-16	15244	5848	1128	-754	-10579
375	-88	15068	6008	1050	-911	-10586
376	-180	15080	6112	1044	-888	-10719
377	-120	15044	6144	962	-822	-10726
378	-160	14968	6224	946	-853	-10796
379	-60	15040	6156	871	-1037	-10900
380	-28	15052	6188	854	-1479	-10832
381	-76	15060	6124	746	-1762	-10710
382	164	15316	6024	558	-1918	-10478
383	148	15056	6116	385	-1911	-10179
384	64	15016	6004	320	-1930	-10028
385	152	14968	6072	258	-1872	-9865
386	96	14996	6032	208	-1804	-9569
387	112	14980	6036	141	-1782	-9160
388	236	15100	6016	-14	-1948	-8578
389	132	15164	6088	-222	-2300	-8013
390	228	15340	6032	-380	-2601	-7377
391	92	15400	5932	-541	-2851	-6749
392	224	15356	5904	-676	-2933	-6176
393	144	15268	5884	-578	-2962	-5675
394	96	15184	5772	-600	-3070	-5102
395	-12	15064	5876	-569	-3330	-4556
396	-80	15056	5932	-525	-3538	-4160

397	-76	15012	6164	-413	-3341	-3706
398	-92	15076	6208	-427	-3165	-3224
399	-188	15308	6200	-496	-3206	-2898
400	-220	15260	6252	-673	-3713	-2494
401	-152	15292	6096	-790	-4179	-2065
402	-248	15196	6188	-763	-4330	-1726
403	-344	15212	6056	-668	-4305	-1274
404	-404	15220	5968	-578	-4136	-722
405	-264	15196	5924	-575	-4248	-293
406	-188	15304	6032	-670	-4447	152
407	-152	15160	6456	-675	-4579	596
408	-48	15096	6164	-774	-4799	1023
409	52	15076	6284	-985	-4951	1507
410	112	15156	6224	-1139	-4617	2011
411	240	15148	6352	-1190	-3878	2404
412	236	15140	6276	-1065	-3019	2742
413	240	15108	6260	-1007	-2406	3084
414	232	15200	6420	-928	-2892	3396
415	220	15156	6428	-782	-3444	3779
416	352	15236	6532	-626	-3491	4104
417	272	15220	6184	-491	-3171	4478
418	160	15168	6160	-386	-2711	4822
419	312	15172	5956	-307	-2543	5144
420	296	15164	6148	-288	-2275	5412
421	304	15028	6116	-263	-2079	5587
422	160	14940	6276	-209	-2048	5860
423	180	15076	6368	-109	-2043	6170
424	128	15104	6324	8	-2048	6419
425	80	15168	6072	43	-1755	6725
426	40	15280	6200	95	-1554	6966
427	-96	15428	6152	103	-1785	7143
428	12	15352	6248	173	-2206	7257
429	-56	15336	6228	125	-2079	7511
430	120	15220	6372	130	-1767	7774
431	40	15140	6440	100	-1534	7981
432	92	15132	6500	63	-1521	8186
433	32	15168	6584	8	-1961	8236
434	96	15172	6816	20	-2499	8152
435	8	15120	6832	54	-2788	8100
436	92	15172	6660	16	-2891	8172
437	228	15252	6568	-70	-2747	8340
438	132	15160	6564	-182	-2620	8491
439	176	15088	6432	-270	-2809	8608
440	244	15076	6328	-327	-3046	8690
441	280	15120	6236	-326	-2728	8689
442	168	15104	6356	-300	-2171	8674
443	280	15256	6288	-261	-1910	8396
444	284	15224	6388	-269	-1635	8189
445	248	15304	6604	-305	-1092	7918
446	224	15272	6744	-321	-648	7826

447	204	15236	6664	-260	-141	7715
448	216	15160	6388	-223	233	7890
449	240	15208	6432	-165	223	7518
450	152	15116	6344	-190	42	7418
451	196	15156	6420	-173	-24	7057
452	216	15124	6628	-92	-176	6936
453	236	15128	6680	-36	-477	6707
454	44	15136	6704	45	-743	6489
455	-40	15140	6664	7	-676	6300
456	4	15204	6504	5	-551	6281
457	-164	15136	6404	-20	-379	6165
458	-96	15208	6512	15	-205	6002
459	-220	15124	6288	74	133	5820
460	-160	15120	6380	104	587	5493
461	-56	15040	6352	130	1194	5173
462	-48	15100	6476	166	1515	4806
463	156	15168	6436	263	1426	4614
464	200	15140	6564	359	1025	4462
465	116	15128	6488	322	659	4319
466	124	14996	6420	279	448	4158
467	68	15172	6516	369	312	3975
468	-96	15204	6356	371	414	3747
469	16	15208	6400	274	680	3521
470	80	15276	6420	262	1357	3240
471	196	15340	6504	208	2025	3000
472	216	15392	6616	170	2189	2727
473	84	15404	6616	130	1905	2473
474	216	15288	6668	87	1538	2311
475	36	15200	6848	103	1170	2165
476	20	15172	6736	196	1095	2047
477	12	15220	6900	227	1437	1927
478	-112	15052	6900	273	2081	1843
479	-216	15024	6744	267	2865	1680
480	-224	15052	6708	276	3533	1453
481	-200	15044	6440	259	4009	1269
482	-96	15072	6756	313	4199	1095
483	-104	15232	6408	368	4217	964
484	-44	15132	6584	453	4308	788
485	-28	15168	6536	497	4200	617
486	-284	15072	6504	542	4137	524
487	-216	15140	6468	624	4136	446
488	-288	14984	6536	669	4438	381
489	-320	15276	6356	644	4770	314
490	-264	15164	6520	695	5052	217
491	-112	15180	6436	774	5050	-14
492	16	15160	6572	907	4713	-292
493	48	15284	6592	1013	4244	-595
494	124	15256	6588	865	3786	-910
495	176	15168	6720	772	3616	-1276
496	172	15216	6672	655	3690	-1617

497	84	15140	6632	521	3955	-1994
498	0	15148	6608	514	4416	-2261
499	16	15176	6660	447	4865	-2589
500	64	15268	6564	366	5140	-3113
501	-20	15240	6596	312	5283	-3545
502	100	15236	6608	245	5197	-3876
503	-36	15224	6576	80	4994	-4220
504	64	15164	6744	29	4799	-4443
505	8	15224	6652	77	4676	-4612
506	-60	15156	6560	90	4761	-5022
507	72	15160	6612	119	5026	-5446
508	-8	15052	6616	78	5120	-5753
509	-44	15060	6632	-78	4911	-5977
510	-88	15008	6560	-250	4959	-6113
511	4	15048	6736	-408	4757	-6158
512	-148	15088	6484	-429	4670	-6253
513	-312	15220	6556	-514	4621	-6371
514	-360	15144	6684	-530	4669	-6384
515	-356	15140	6604	-550	4686	-6398
516	-320	15144	6612	-607	4991	-6507
517	-312	15260	6480	-690	4674	-6671
518	-360	15188	6716	-769	4094	-6793
519	-200	15124	6612	-946	3356	-7034
520	-264	15140	6548	-1061	2554	-7179
521	-276	15208	6580	-1136	2058	-7267
522	-208	15268	6472	-1048	2072	-7451
523	-224	15300	6556	-864	2319	-7599
524	-32	15240	6584	-806	2406	-7757
525	-68	15272	6564	-924	2032	-7955
526	-80	15220	6480	-1153	1549	-8106
527	-76	15180	6428	-1268	1286	-8140
528	-172	15056	6480	-1272	1164	-8312
529	-104	15012	6724	-1193	1199	-8424
530	-140	15060	6664	-995	1435	-8587
531	-132	15152	6668	-965	1442	-8766
532	-312	15160	6500	-958	1586	-8728
533	-264	15140	6456	-1007	1679	-8733
534	-228	15132	6484	-1150	1609	-8815
535	-100	15012	6320	-1221	1294	-8858
536	-48	14852	6348	-1276	1050	-8860
537	-260	14844	6328	-1289	802	-8893
538	-120	14792	6372	-1265	492	-8822
539	-128	14904	6208	-1164	209	-8924
540	-136	15064	6392	-1120	215	-8903
541	-28	15140	6416	-1136	215	-8858
542	-56	15320	6304	-1269	52	-8736
543	0	15396	6108	-1353	-126	-8587
544	84	15380	6164	-1271	-367	-8224
545	144	15300	6108	-1088	-412	-7789
546	180	15240	6044	-1024	-429	-7426

547	24	15192	5896	-949	-603	-7032
548	120	15236	6176	-1034	-697	-6665
549	20	15276	5988	-1113	-700	-6421
550	0	15300	6176	-1161	-717	-6162
551	0	15232	6468	-1145	-662	-5794
552	-116	15292	6396	-1055	-771	-5201
553	-8	15220	6352	-995	-780	-4563
554	-208	15324	6120	-905	-662	-3943
555	-220	15256	6200	-832	-533	-3372
556	-56	15372	6036	-673	-437	-2906
557	-136	15448	6024	-538	-507	-2533
558	104	15476	5984	-423	-538	-2159
559	84	15464	6084	-393	-506	-1775
560	24	15388	6048	-375	-470	-1299
561	168	15324	6096	-347	-626	-901
562	160	15224	6164	-371	-844	-548
563	76	15148	6064	-453	-1127	-216
564	84	15076	6112	-498	-1264	178
565	144	14960	6044	-502	-1083	459
566	120	14908	6196	-496	-702	783
567	96	14808	6172	-447	-592	1136
568	208	14924	5920	-372	-921	1538
569	136	15000	5964	-263	-1349	1954
570	108	15116	5832	-238	-1539	2311
571	44	15208	5764	-144	-1588	2749
572	52	15036	5676	-101	-1441	3042
573	68	14956	5828	24	-1499	3392
574	160	15024	5940	115	-1706	3683
575	128	15076	5800	161	-1883	4049
576	132	15152	6160	229	-2030	4346
577	184	15156	6016	261	-2010	4588
578	136	15468	5984	337	-1936	4832
579	348	15548	6064	371	-1912	5024
580	236	15468	6064	343	-2061	5324
581	336	15544	6048	358	-2263	5597
582	304	15368	5820	363	-2384	5928
583	240	15340	5948	340	-2250	6148
584	368	15212	5928	377	-2041	6262
585	220	15176	6084	416	-1893	6450
586	132	15240	6200	396	-1870	6533
587	108	15208	6188	391	-1834	6569
588	36	15100	6324	419	-1961	6622
589	60	15088	6048	437	-2230	6747
590	-36	15032	6192	437	-2739	7021
591	12	15044	6228	444	-2924	7256
592	-44	15048	6148	401	-2786	7422
593	20	15056	6140	372	-2378	7430
594	0	15068	5948	359	-1974	7273
595	52	15116	5984	323	-2176	7197
596	64	15088	5976	244	-2824	7252

597	20	15132	5940	230	-3258	7422
598	16	15292	6140	225	-3256	7605
599	-100	15232	5916	226	-2676	7606
600	-92	15280	5964	305	-2040	7602
601	-188	15228	5852	377	-1849	7448
602	-284	15220	5992	427	-2155	7411
603	-216	15264	5932	451	-2825	7342
604	-304	15276	6008	479	-3147	7419
605	-160	15264	5936	505	-3033	7460
606	48	15252	6036	588	-2621	7344
607	36	15232	5972	612	-2070	7258
608	92	15192	5944	566	-1739	7065
609	84	15124	6020	485	-1824	7023
610	96	15188	5920	458	-2063	7143
611	88	15064	5856	470	-1821	7213
612	104	15184	5964	531	-1331	7190
613	192	15040	6096	581	-1063	7027
614	168	14960	6008	668	-1069	6802
615	192	14912	5988	734	-1218	6550
616	280	15080	6160	783	-1471	6421
617	172	15100	5984	711	-1553	6516
618	228	15180	5900	699	-1665	6555
619	276	15208	6172	644	-1678	6536
620	224	15424	6144	697	-1688	6312
621	100	15232	6212	710	-1556	6024
622	152	15180	6172	689	-1648	5839
623	20	15176	6256	695	-1998	5627
624	160	15208	6088	677	-2278	5516
625	28	15212	6236	637	-2262	5427
626	108	15296	6248	645	-2058	5221
627	120	15292	6184	659	-1948	5020
628	104	15160	6256	805	-1770	4770
629	136	15232	6272	879	-1683	4523
630	44	15244	6292	923	-1466	4297
631	212	15316	6196	975	-1227	4039
632	84	15228	6288	929	-1075	3780
633	192	15276	6236	912	-1192	3484
634	84	15360	6356	942	-1203	3240
635	112	15308	6304	954	-1000	2982
636	92	15240	6328	1001	-1007	2705
637	200	15128	6252	1058	-974	2555
638	84	15164	6276	1059	-715	2360
639	124	15112	6140	999	-523	2139
640	240	15164	6204	1029	-487	1913
641	196	15112	6308	1010	-362	1750
642	152	15100	6328	978	-249	1550
643	324	15128	6276	939	-159	1359
644	328	15284	6288	821	8	1162
645	216	15248	6280	819	187	910
646	296	15268	6420	735	471	695

647	240	15132	6440	671	830	489
648	172	15064	6312	604	1039	318
649	192	15188	6464	532	1186	122
650	8	15216	6344	485	1350	-170
651	40	15292	6376	474	1134	-532
652	80	15188	6304	413	804	-888
653	8	15156	6240	380	419	-1242
654	52	15260	6276	346	219	-1519
655	-88	15144	6072	338	150	-1882
656	-4	15192	6276	329	255	-2096
657	40	15328	6244	261	537	-2385
658	-20	15176	6296	242	802	-2497
659	80	15208	6472	141	1113	-2997
660	60	15256	6332	31	1131	-3356
661	116	15168	6392	-93	1184	-3689
662	52	15132	6312	-179	1013	-3929
663	16	15168	6472	-260	856	-4245
664	-16	15320	6440	-349	847	-4730
665	32	15244	6384	-334	1061	-5136
666	140	15236	6420	-313	1177	-5400
667	132	15172	6420	-347	912	-5784
668	96	15192	6380	-365	868	-5904
669	128	15244	6516	-435	1097	-5913
670	76	15084	6428	-487	1475	-5865
671	36	15152	6440	-580	1895	-5959
672	60	14996	6240	-666	2520	-6012
673	32	15056	6332	-839	3046	-5746
674	-72	15212	6308	-980	3206	-6759
675	56	15112	6544	-1024	3269	-6470
676	-112	15140	6568	-1127	3361	-6517
677	-144	15140	6548	-1189	3479	-6945
678	-132	15232	6396	-1342	3641	-7097
679	-144	15188	6400	-1571	3833	-7196
680	-188	15192	6508	-1718	3800	-7338
681	-132	15064	6492	-1848	3768	-7447
682	-220	15320	6460	-2004	3778	-7709
683	-228	15348	6396	-2046	3618	-7947
684	-280	15360	6360	-2007	3535	-8140
685	-316	15312	6388	-1930	3604	-8224
686	-248	15256	6500	-1897	3560	-8330
687	-292	15184	6508	-1878	3381	-8570
688	-220	15168	6324	-1737	3237	-8829
689	-36	15076	6452	-1558	3451	-8967
690	-24	15200	6444	-1424	3705	-9040
691	44	15184	6504	-1203	3719	-9028
692	92	15116	6656	-947	3423	-8976
693	156	15224	6540	-782	3140	-8844
694	76	15196	6500	-638	2984	-8628
695	212	15076	6404	-437	3001	-8521
696	248	14872	6400	-304	3131	-8371

697	220	14884	6384	-163	3199	-8133
698	276	14920	6428	81	3412	-7967
699	296	14972	6384	211	3637	-7762
700	248	15084	6404	270	3785	-7491
701	216	15232	6532	251	3974	-7283
702	240	15280	6320	220	3926	-6917
703	88	15428	6476	155	3690	-6574
704	152	15436	6288	149	3705	-6224
705	96	15492	6228	163	4000	-5859
706	68	15568	6216	96	4545	-5522
707	92	15464	6164	33	4989	-5105
708	64	15340	5964	-37	5428	-4617
709	-28	15200	5908	-150	5761	-4092
710	60	15080	6192	-211	5923	-3652
711	-68	15128	6352	-305	5750	-3296
712	-68	15052	6240	-369	5446	-2916
713	-96	15140	6476	-321	4905	-2616
714	-168	15172	6484	-301	4430	-2219
715	-176	15132	6368	-264	4248	-1738
716	-240	15152	6364	-210	4192	-1258
717	-180	15100	6364	-202	4288	-850
718	-152	15084	6248	-171	4476	-508
719	-176	15020	6264	-179	4798	-296
720	-308	15060	6336	-180	4798	-95
721	-236	15168	6280	-188	4063	89
722	-172	15312	6240	-167	2969	288
723	-284	15224	6372	-121	1562	525
724	-68	15236	6208	-136	723	789
725	-92	15248	6480	-121	677	1076
726	-180	15164	6384	-94	958	1327
727	-176	15200	6420	-46	1538	1684
728	-100	15256	6324	15	1972	1973
729	-108	15168	6300	31	2343	2349
730	-116	15252	6416	7	2582	2714
731	-196	15256	6264	-36	2728	3054
732	-48	15176	6092	-102	2619	3341
733	-116	15172	6280	-157	2303	3539
734	4	15108	6100	-183	1853	3800
735	-132	15172	5944	-203	1486	4059
736	-232	15248	6136	-161	1025	4397
737	-112	15188	6228	-141	764	4799
738	-128	15084	6400	-44	719	5110
739	-116	15064	6112	72	657	5384
740	-252	15060	6120	144	443	5593
741	-112	15064	5952	179	138	5737
742	-120	15172	6236	199	-137	5917
743	-192	15228	6052	261	-417	5991
744	4	15188	6000	354	-657	6151
745	-88	15180	5908	461	-914	6287
746	28	15176	5976	453	-1124	6513

747	-204	15340	6084	564	-1175	6740
748	-64	15160	5988	603	-1294	6850
749	-104	15300	5936	614	-1443	6865
750	-100	15204	5996	669	-1512	6909
751	-136	15200	6100	656	-1443	7073
752	8	15196	6044	654	-1439	7259
753	-48	15048	5844	539	-1451	7435
754	-60	15092	5944	484	-1453	7537
755	48	15072	6044	360	-1562	7607
756	76	15056	6036	420	-1807	7656
757	148	15104	5852	465	-1985	7696
758	-12	15084	5820	503	-2199	7688
759	16	15116	5992	564	-2490	7675
760	120	15208	5868	584	-2699	7612
761	16	15184	5828	560	-2980	7612
762	84	15376	5924	611	-3203	7572
763	76	15504	5900	683	-3431	7532
764	112	15416	6024	722	-3499	7408
765	208	15424	5784	753	-3428	7271
766	332	15292	5776	798	-3307	7156
767	292	15116	5964	799	-3309	7085
768	356	15100	5976	851	-3563	6841
769	340	15032	5928	873	-3738	6843
770	328	15216	5928	771	-3678	6683
771	208	15116	5936	624	-3544	6656
772	28	15252	5768	545	-3576	6257
773	-152	15224	5828	426	-3772	6136
774	-124	15192	5704	360	-3940	5786
775	-196	15308	5664	363	-3943	5536
776	-200	15252	5740	339	-3765	5337
777	-144	15316	5876	316	-3611	5184
778	-112	15300	6144	297	-3676	5084
779	-176	15360	6108	199	-3938	5007
780	-168	15432	5952	70	-3923	4791
781	-296	15320	6080	25	-3581	4466
782	-176	15132	5936	-125	-3029	4010
783	-100	15120	6004	-190	-2589	3668
784	28	15096	6052	-303	-2674	3475
785	0	15068	6020	-290	-2879	3391
786	68	15100	5992	-373	-3169	3373
787	96	15104	5920	-512	-3614	3207
788	-20	15084	6116	-521	-2815	3076
789	-16	15124	6092	-528	-1358	2746
790	-28	15216	6088	-487	-644	2299
791	-68	15076	6040	-606	-577	1852
792	16	15068	6068	-701	-970	1521
793	36	15100	6176	-781	-1458	1364
794	0	14948	6120	-862	-1973	1215
795	8	15128	6116	-828	-2139	1223
796	20	15192	6296	-824	-1804	1249

797	84	15156	6244	-837	-1129	1185
798	76	15128	6156	-864	-1151	1157
799	8	15252	6084	-984	-1439	1082
800	92	15120	5992	-1098	-1748	978
801	-32	15084	6156	-1284	-2128	966
802	156	14952	6188	-1388	-2299	949
803	176	15032	6328	-1409	-1801	862
804	152	15020	6228	-1347	-1037	784
805	192	15008	6288	-1347	-400	640
806	184	14976	6316	-1497	-436	481
807	232	15112	6316	-1637	-643	284
808	144	15168	6364	-1680	-746	-59
809	212	15368	6400	-1674	-632	-157
810	56	15308	6288	-1504	-607	-494
811	96	15228	6292	-1357	-711	-582
812	152	15256	6196	-1263	-868	-814
813	32	15168	6256	-1285	-846	-917
814	12	15112	6196	-1266	-934	-1062
815	-20	14928	6356	-1205	-880	-1310
816	-44	14968	6244	-1029	-555	-1719
817	-32	14936	6164	-832	-536	-2068
818	-84	15084	6288	-651	-543	-2450
819	96	15032	6376	-515	-819	-2812
820	-72	15220	6212	-452	-957	-3095
821	56	15056	6136	-475	-1230	-3548
822	44	15084	6232	-324	-1100	-4009
823	188	15152	6144	-242	-787	-4388
824	200	15380	6280	-182	-505	-4724
825	264	15304	6376	-181	-307	-5095
826	280	15148	6204	-226	-224	-5474
827	232	15076	6204	-223	-90	-5798
828	188	15016	6328	-191	-205	-6283
829	164	15184	6236	-195	-419	-6615
830	144	15244	6268	-152	-596	-6916
831	216	15312	6360	-132	-668	-7091
832	204	15040	6244	-180	-364	-7180
833	220	15064	6376	-235	-319	-7317
834	164	15096	6320	-254	-267	-7622
835	100	15256	6268	-263	-176	-7831
836	140	15112	6060	-250	-51	-7976
837	52	15048	5924	-290	126	-8054
838	204	14960	5804	-408	218	-8203
839	236	15096	5744	-498	354	-8339
840	116	15040	5864	-560	510	-8486
841	260	15088	5772	-557	641	-8644
842	180	14940	5824	-561	511	-8638
843	136	15016	5900	-646	232	-8690
844	76	15076	6080	-639	53	-8695
845	112	15056	6176	-602	19	-8733
846	28	15148	6188	-518	134	-8823

847	64	15032	6252	-521	327	-8906
848	60	15068	6300	-439	497	-8967
849	72	15024	6352	-378	415	-9030
850	104	14952	6324	-316	376	-8917
851	236	14952	6440	-261	406	-8755
852	236	15012	6168	-256	471	-8627
853	216	15136	6436	-206	599	-8489
854	228	15152	6280	-212	594	-8315
855	276	15288	6460	-223	637	-8294
856	228	15284	6452	-240	592	-8222
857	128	15108	6356	-242	476	-8122
858	172	15076	6292	-261	615	-8006
859	164	14944	6292	-280	820	-7842
860	104	15032	6264	-198	883	-7530
861	40	14988	6224	-141	864	-7266
862	44	15044	6380	-51	769	-6995
863	84	15064	6368	57	884	-6673
864	124	15132	6460	155	877	-6319
865	32	15080	6516	260	908	-5979
866	-76	15084	6592	271	1409	-5457
867	80	15064	6560	279	1910	-4966
868	-84	15064	6472	309	2182	-4498
869	-8	15116	6604	364	2144	-4023
870	48	15228	6460	414	2000	-3471
871	-68	15304	6524	458	1736	-2934
872	-72	15336	6436	514	1451	-2433
873	80	15272	6592	549	1427	-2090
874	16	15260	6616	597	1627	-1870
875	-44	15296	6624	611	2113	-1645
876	32	15168	6672	625	2552	-1416
877	64	15016	6564	602	2877	-1248
878	-20	14900	6588	655	3096	-1029
879	-80	14828	6600	703	3129	-753
880	-24	14976	6604	708	3301	-534
881	-48	15196	6640	722	3266	-338
882	72	15360	6576	671	3028	-138
883	8	15396	6460	698	2908	-1
884	68	15264	6496	782	2947	129
885	32	15224	6348	922	3044	320
886	-12	15208	6544	1078	3105	481
887	4	15032	6508	1264	3148	646
888	0	15028	6536	1465	3128	834
889	40	15084	6512	1656	3065	923
890	96	14980	6388	1806	3194	1072
891	192	15000	6516	1792	3500	1265
892	236	15084	6404	1696	3708	1502
893	96	15108	6552	1642	3966	1824
894	268	15068	6540	1498	4230	2155
895	300	15056	6376	1312	4087	2534
896	84	15084	6460	1120	3793	2844

897	-20	15132	6296	1003	3519	3248
898	104	15264	6496	924	3290	3571
899	20	15488	6444	879	3275	3967
900	-24	15392	6308	912	3315	4364
901	52	15456	6292	874	3493	4796
902	64	15556	6372	833	3753	5215
903	48	15696	6420	785	3949	5710
904	56	15836	6312	793	3816	6098
905	120	15944	6224	827	3411	6406
906	-4	15912	6200	967	3273	6704
907	16	15664	6152	985	3174	6901
908	-80	15160	6260	1009	2907	7044
909	44	14732	6280	947	2824	7169
910	-12	14240	6252	991	2955	7217
911	20	14300	6392	994	3469	7238
912	4	14528	6216	1022	3973	7298
913	96	14880	6260	1039	4043	7420
914	24	15220	6208	940	3757	7562
915	-32	15316	6364	914	3162	7652
916	24	15496	6256	942	2574	7699
917	72	15448	6296	890	2246	7705
918	64	15392	6300	989	2274	7714
919	32	15172	6376	1089	2928	7692
920	76	15132	6292	1292	3473	7590
921	-60	15192	6176	1441	3805	7650
922	-44	15496	6064	1390	3683	7576
923	16	15584	6064	1165	3217	7471
924	28	15580	6016	674	2650	7443
925	72	15592	5980	288	2283	7536
926	244	15508	6108	45	2258	7566
927	148	15384	6040	59	2441	7628
928	120	15240	6068	76	2766	7704
929	24	15020	6076	-30	2972	7661
930	168	14956	6204	-53	2609	7603
931	144	14972	6124	-88	1832	7454
932	156	15164	6200	-44	1274	7234
933	96	15140	6128	39	1050	7110
934	64	15208	6168	-5	1058	6934
935	168	15132	6092	-57	1202	6750
936	52	15188	6104	57	1393	6567
937	56	15340	6104	99	1374	6346
938	88	15176	6104	172	1164	6022
939	164	15292	6160	279	870	5673
940	132	15240	6264	350	722	5426
941	84	15344	6172	374	714	5200
942	76	15304	6076	374	821	5153
943	224	15304	6004	305	1203	5079
944	96	15360	6188	230	1461	4897
945	68	15240	6104	142	1494	4737
946	180	15296	5928	-35	1113	4457

947	192	15252	6004	-236	463	4176
948	152	15188	6092	-411	15	3949
949	28	15164	6164	-558	-77	3732
950	200	15164	6132	-713	44	3535
951	128	14944	6116	-889	190	3328
952	92	15068	6204	-1051	327	3260
953	48	15088	6324	-1274	252	3166
954	72	15208	6208	-1507	-23	3098
955	-12	15232	6276	-1630	-357	3023
956	76	15480	6192	-1619	-670	2895
957	-56	15440	6148	-1620	-959	2731
958	-40	15388	6104	-1599	-959	2589
959	4	15272	6044	-1508	-822	2438
960	-88	15288	6220	-1350	-623	2389
961	-24	15216	6196	-1214	-495	2220
962	-16	15224	6240	-1063	-442	2100
963	-92	15184	6224	-764	-332	1920
964	-136	15392	6196	-542	-399	1758
965	24	15368	6100	-399	-547	1628
966	-136	15252	6172	-229	-655	1511
967	-52	15320	6340	-166	-1007	1314
968	-28	15296	6200	-83	-1336	983
969	-44	15224	6244	-16	-1347	630
970	8	15280	6212	-14	-1207	232
971	0	15188	6088	-24	-1192	-106
972	-52	15328	6252	-27	-1313	-538
973	-32	15180	6208	-37	-1342	-888
974	132	15264	6440	62	-1369	-1180
975	0	15256	6356	178	-1608	-1550
976	0	15104	6308	224	-2021	-1985
977	32	15288	6480	207	-2314	-2365
978	-20	15248	6272	206	-2320	-2716
979	240	15364	6276	163	-2275	-2957
980	216	15496	6372	101	-2299	-3274
981	216	15352	6312	80	-2283	-3608
982	200	15396	6288	4	-2312	-3850
983	228	15320	6404	-9	-2257	-4016
984	116	15100	6304	-60	-2311	-4270
985	116	15152	6332	-111	-2371	-4569
986	24	15152	6316	-89	-2571	-4800
987	228	15288	6392	-24	-2534	-5088
988	116	15224	6408	39	-2406	-5374
989	240	15220	6352	93	-2451	-5802
990	320	15200	6348	152	-2477	-6366
991	212	15224	6304	187	-2244	-6983
992	276	15144	6384	192	-2150	-7459
993	268	15148	6448	188	-2401	-7788
994	168	15244	6440	221	-2675	-7922
995	96	15200	6380	293	-2744	-8025
996	204	15180	6396	344	-2521	-8171

997	96	15284	6360	389	-2063	-8376
998	116	15372	6408	406	-1514	-8583
999	248	15372	6448	427	-1090	-8682
1000	236	15352	6596	472	-1146	-8658
1001	368	15324	6436	486	-1974	-8489
1002	256	15312	6528	501	-2404	-8284
1003	388	15340	6356	395	-2124	-8267
1004	360	15396	6420	232	-1768	-8374
1005	336	15232	6284	128	-1318	-8512
1006	248	15288	6508	99	-1398	-8789
1007	340	15200	6224	86	-2023	-8825
1008	196	15364	6216	156	-2576	-8858
1009	172	15176	6320	188	-2590	-8787
1010	-8	15184	6300	175	-2089	-8683
1011	32	15308	6352	152	-1635	-8649
1012	72	15188	6412	87	-1340	-8622
1013	-12	15336	6320	40	-1149	-8528
1014	64	15328	6388	-20	-1618	-8456
1015	-20	15264	6368	-67	-2094	-8177
1016	-36	15372	6444	-61	-2132	-7743
1017	56	15152	6296	-17	-1567	-7474
1018	80	15200	6368	77	-676	-7412
1019	-16	15292	6268	30	-190	-7284
1020	124	15116	6288	-16	-41	-7113
1021	44	15216	6400	-71	-502	-6810
1022	184	15196	6448	-119	-1387	-6447
1023	280	15064	6564	-62	-1607	-6119
1024	264	15060	6404	72	-1309	-5884
1025	304	15120	6440	57	-989	-5671
1026	388	15176	6492	49	-1228	-5626
1027	500	15304	6436	-39	-1826	-5592
1028	344	15392	6436	-157	-2157	-5458
1029	508	15376	6600	-104	-1851	-5153
1030	404	15336	6640	-145	-1267	-4865
1031	480	15304	6548	-136	-886	-4507
1032	540	15084	6552	-129	-946	-4200
1033	416	15064	6628	-144	-1233	-3903
1034	420	15100	6556	-224	-1401	-3590
1035	340	15224	6564	-455	-1417	-3147
1036	300	15236	6544	-562	-1402	-2635
1037	244	15384	6528	-567	-1222	-2054
1038	200	15340	6640	-482	-823	-1540
1039	224	15208	6392	-511	-466	-1115
1040	172	15240	6288	-561	-233	-690
1041	196	15232	6556	-639	-4	-261
1042	108	15144	6488	-483	137	93
1043	-4	15304	6480	-325	402	460
1044	92	15336	6476	-180	553	785
1045	224	15312	6504	-102	623	1104
1046	124	15328	6448	-110	577	1471

1047	256	15296	6420	-140	605	1860
1048	132	15288	6204	-113	678	2176
1049	180	15176	6396	-143	682	2547
1050	212	15356	6268	-80	629	2845
1051	112	15292	6248	-58	693	3139
1052	360	15112	6284	-41	807	3445
1053	192	15208	6316	-149	910	3759
1054	280	15240	6336	-264	1132	4027
1055	316	15276	6328	-324	1329	4282
1056	384	15148	6400	-291	1428	4603
1057	364	15300	6372	-286	1446	4865
1058	336	15392	6296	-221	1351	5160
1059	380	15344	6348	-215	1128	5460
1060	440	15320	6472	-293	723	5647
1061	532	15372	6348	-433	505	5816
1062	508	15240	6248	-566	478	5900
1063	428	15168	6272	-640	405	6168
1064	384	15108	6496	-571	498	6410
1065	436	15144	6428	-504	581	6556
1066	476	15140	6432	-586	496	6777
1067	444	15116	6652	-568	422	6897
1068	388	15164	6620	-605	759	7156
1069	388	15216	6592	-667	1133	7323
1070	368	15364	6600	-690	1125	7401
1071	368	15360	6640	-701	1102	7533
1072	516	15360	6500	-753	1094	7512
1073	392	15396	6516	-791	1229	7522
1074	372	15304	6636	-795	1403	7467
1075	288	15344	6532	-832	1366	7396
1076	184	15256	6536	-809	1392	7306
1077	384	15172	6568	-854	1827	7068
1078	328	15180	6524	-836	2029	7000
1079	300	15252	6396	-891	1960	6910
1080	380	15336	6176	-909	2029	6904
1081	360	15356	6268	-1007	2388	7033
1082	420	15276	6232	-1061	2712	7019
1083	444	15228	6340	-1075	2983	6956
1084	428	15228	6288	-1052	3383	6826
1085	500	15176	6292	-1077	3680	6677
1086	428	15184	6200	-1108	4009	6623
1087	348	15276	6204	-1090	4084	6633
1088	416	15180	6124	-1021	3914	6656
1089	372	15284	6184	-945	3840	6433
1090	364	15304	6308	-839	3823	6227
1091	308	15248	6180	-714	3543	5887
1092	180	15328	6220	-655	3092	5723
1093	372	15392	6200	-681	2999	5598
1094	204	15316	6244	-780	3287	5381
1095	216	15324	6176	-876	3971	5241
1096	160	15284	6196	-973	4541	5005

1097	228	15224	6156	-1062	4892	4873
1098	144	14992	6392	-1071	5053	4832
1099	96	15016	6436	-1051	4948	4775
1100	44	15032	6524	-1052	4759	4801
1101	20	14956	6256	-1045	4667	4715
1102	128	15080	6352	-967	4861	4523
1103	20	15064	6228	-888	5060	4341
1104	-40	15104	6188	-779	5042	4280
1105	-24	15140	6160	-706	5021	4345
1106	-108	15172	6196	-697	4715	4435
1107	-52	15172	6252	-719	4481	4432
1108	-168	15160	6220	-742	4472	4312
1109	-160	15220	6164	-772	4641	4007
1110	-8	15228	6332	-760	4713	3793
1111	-96	15340	6344	-656	4635	3446
1112	-24	15304	6264	-570	4518	3275
1113	0	15260	6344	-488	4257	3005
1114	-64	15240	6268	-429	4059	2812
1115	152	15268	6248	-383	3815	2582
1116	8	15452	6248	-360	3603	2319
1117	140	15300	6152	-300	3681	2065
1118	68	15424	6272	-213	3838	1770
1119	92	15264	6176	-207	3876	1484
1120	132	15256	6364	-214	3602	1161
1121	232	15344	6368	-214	3204	748
1122	352	15220	6232	-159	2602	415
1123	228	15184	6336	-133	1923	129
1124	380	15080	6168	-102	1613	-170
1125	308	15260	6164	-57	1597	-426
1126	328	15224	6280	-56	1525	-763
1127	256	15096	6420	32	895	-1031
1128	192	15056	6144	53	-91	-968
1129	172	15148	5836	85	-979	-1119
1130	60	15144	5960	132	-1670	-1421
1131	108	15156	6004	195	-1747	-1626
1132	160	15180	5896	234	-1276	-1875
1133	144	15276	5952	291	-617	-2253
1134	8	15244	6072	274	81	-2739
1135	88	15180	6044	272	508	-3066
1136	256	15188	6180	306	843	-3485
1137	272	15116	5772	223	853	-3836
1138	292	14920	5664	214	626	-3954
1139	380	15000	5620	232	323	-3963
1140	276	14936	5428	183	143	-4104
1141	180	14976	5420	172	385	-4278
1142	236	15052	5380	120	734	-4438
1143	248	15024	5452	45	1075	-4574
1144	304	15068	5724	18	1320	-4814
1145	280	15148	5500	31	1415	-5139
1146	412	15208	5520	12	1208	-5475

1147	424	15312	5448	-2	746	-5610
1148	464	15260	5724	-64	416	-5521
1149	360	15336	5652	-150	363	-5529
1150	444	15220	5580	-338	461	-5784
1151	220	15156	5808	-489	660	-6138
1152	284	15352	5740	-633	1135	-6388
1153	140	15300	5808	-770	1606	-6390
1154	252	15136	5960	-850	1470	-6273
1155	276	15228	5884	-904	863	-6205
1156	208	15220	5816	-925	201	-6303
1157	236	15212	5600	-937	-135	-6514
1158	304	15192	5708	-850	-48	-6731
1159	256	15172	5536	-734	309	-6926
1160	172	15096	5600	-652	605	-7074
1161	236	15148	5580	-509	519	-7377
1162	196	15060	5688	-354	460	-7636
1163	220	15140	5648	-237	495	-7853
1164	208	15120	5712	-138	554	-8199
1165	168	15196	5700	10	466	-8406
1166	112	15128	5808	65	362	-8356
1167	124	15308	5740	160	226	-8153
1168	-48	15220	5684	252	187	-7844
1169	64	15268	5916	337	60	-7642
1170	20	15112	5680	418	-66	-7517
1171	132	15160	5820	439	-113	-7356
1172	72	15108	5832	483	129	-7154
1173	64	15108	5764	516	244	-6935
1174	80	15196	5892	548	207	-6619
1175	76	15228	5864	579	33	-6172
1176	20	15120	5624	610	10	-5691
1177	36	15216	5864	687	29	-5136
1178	-44	15212	5900	633	-35	-4446
1179	-212	15204	6020	631	-164	-3792
1180	-108	15104	6080	633	-226	-3210
1181	-84	15040	6000	582	-277	-2670
1182	-92	15196	5980	482	-273	-2226
1183	40	15300	6220	371	-155	-1863
1184	72	15384	6328	234	165	-1421
1185	24	15372	6212	131	258	-1026
1186	40	15376	6284	81	322	-665
1187	116	15324	6296	35	217	-348
1188	72	15308	6056	19	-297	-93
1189	228	15192	6172	-16	-964	69
1190	164	15048	6268	-76	-1294	236
1191	184	14948	6232	-72	-1077	418
1192	120	15060	6272	-36	-603	693
1193	176	14980	6196	-60	-249	1025
1194	188	15092	6316	-202	-116	1343
1195	-16	15200	6296	-230	-320	1685
1196	168	15188	6184	-127	-635	2239

1197	20	15256	6284	-106	-1025	2731
1198	132	15312	6100	-90	-1298	3381
1199	160	15300	6184	-131	-1491	3896
1200	292	15296	6096	-205	-1525	4280
1201	184	15356	6172	-219	-1308	4540
1202	184	15272	6344	-233	-1041	4752
1203	12	15268	6360	-282	-939	5038
1204	-176	15380	6332	-522	-1272	5453
1205	-108	15300	6324	-717	-1703	5886
1206	-24	15140	6392	-781	-1932	6282
1207	-92	15176	6336	-823	-1904	6491
1208	-40	15068	6220	-954	-1824	6683
1209	56	15092	6184	-1044	-1689	6626
1210	108	15116	6128	-1110	-1629	6635
1211	28	15224	6012	-1149	-1692	6692
1212	-24	15088	6104	-1238	-1949	6816
1213	20	14980	6240	-1375	-2085	7112
1214	76	15032	6168	-1546	-2077	7415
1215	112	15040	6304	-1581	-1984	7719
1216	32	15168	6172	-1629	-1832	7681
1217	156	14984	6132	-1651	-1680	7662
1218	108	15212	6184	-1730	-1715	7510
1219	172	15096	6164	-1702	-2020	7562
1220	112	15268	6160	-1693	-2550	7553
1221	344	15220	6168	-1683	-2696	7565
1222	308	15364	6044	-1607	-2414	7680
1223	404	15284	5828	-1520	-2118	7682
1224	496	15196	6048	-1287	-1960	7637
1225	564	15356	6164	-1163	-2174	7715
1226	332	15360	6144	-982	-2747	7761
1227	492	15244	6324	-829	-3272	7705
1228	408	15184	6328	-653	-3336	7656
1229	376	15084	6300	-492	-2807	7669
1230	388	15140	6420	-313	-2167	7721
1231	312	15140	6288	-228	-1981	7777
1232	404	14976	6228	-182	-2327	7963
1233	408	15052	6336	-196	-3008	7839
1234	404	15192	6348	-202	-3787	7854
1235	412	15188	6328	-217	-3829	7871
1236	324	15296	6448	-208	-2873	7843
1237	316	15224	6492	-159	-1982	7836
1238	456	15260	6624	-122	-2414	7851
1239	424	15196	6428	-96	-3306	8042
1240	404	15288	6624	-93	-3641	8181
1241	288	15204	6448	-57	-2972	7979
1242	284	15232	6408	-8	-2035	7926
1243	296	15340	6336	-6	-1818	7657
1244	340	15236	6356	-21	-1784	7602
1245	284	15124	6432	-34	-1785	7420
1246	424	15156	6484	-89	-1396	7049

1247	432	15192	6508	-91	-837	6780
1248	524	15160	6544	-88	-642	6533
1249	536	15248	6640	-91	-954	6226
1250	512	15308	6644	-93	-1398	5839
1251	496	15308	6644	-115	-2032	5383
1252	540	15260	6408	-89	-2161	4884
1253	440	15100	6512	-69	-1786	4448
1254	528	15020	6604	1	-1173	4294
1255	424	14796	6508	38	-818	4038
1256	464	14900	6456	107	-760	3681
1257	468	14996	6492	160	-887	3304
1258	400	15132	6560	219	-928	2943
1259	424	15164	6588	276	-914	2556
1260	480	15232	6480	326	-1120	2111
1261	280	15208	6456	339	-947	1608
1262	360	15312	6452	295	-373	1076
1263	332	15132	6656	275	-94	569
1264	348	15204	6652	299	-354	229
1265	416	15216	6716	311	-771	-26
1266	416	15256	6724	288	-1164	-369
1267	276	15260	6652	369	-1490	-684
1268	232	15228	6724	470	-1384	-1043
1269	276	15172	6580	541	-728	-1561
1270	172	15136	6528	550	53	-1887
1271	76	15120	6488	640	622	-1985
1272	200	15096	6652	724	1172	-1928
1273	216	15276	6512	718	1922	-1852
1274	144	15180	6368	702	2559	-2102
1275	228	15200	6524	692	2787	-2345
1276	280	15180	6648	743	2848	-2563
1277	324	15064	6532	727	2654	-2788
1278	276	15124	6400	669	2239	-3081
1279	176	15124	6584	595	1625	-3519
1280	284	15176	6484	554	949	-3854
1281	180	15160	6624	442	464	-4304
1282	176	15272	6612	435	59	-4776
1283	144	15296	6780	404	-294	-5386
1284	240	15300	6896	382	-478	-5811
1285	208	15312	7004	319	-309	-6029
1286	204	15360	6828	262	-25	-6158
1287	276	15296	6716	263	332	-6369
1288	304	15252	6628	170	665	-6673
1289	308	15252	6440	114	720	-6965
1290	284	15140	6472	77	686	-7157
1291	144	15192	6192	44	877	-7365
1292	228	15164	6248	70	1131	-7398
1293	212	15252	6352	92	1194	-7523
1294	228	15160	6456	155	1156	-7459
1295	236	15104	6580	153	824	-7371
1296	176	15016	6744	188	650	-7216

1297	120	15008	6816	185	332	-7086
1298	208	15184	6640	104	240	-7042
1299	196	15208	6564	54	641	-6909
1300	356	15252	6568	-14	833	-6801
1301	172	15168	6428	1	722	-6624
1302	164	15304	6460	-66	723	-6568
1303	80	15104	6556	-134	956	-6533
1304	208	15272	6552	-146	1181	-6585
1305	180	15252	6456	-141	1254	-6589
1306	108	15136	6296	-72	1092	-6498
1307	60	15244	6348	-17	1143	-6368
1308	236	15172	6448	-7	1339	-6278
1309	108	15232	6376	21	1599	-6387
1310	168	15236	6344	-45	2067	-6602
1311	56	15236	6372	11	2558	-6981
1312	36	15136	6472	-45	3009	-7269
1313	152	15160	6388	13	3314	-7457
1314	160	15132	6336	113	3577	-7576
1315	132	15052	6544	185	3631	-7589
1316	180	15100	6428	253	3293	-7692
1317	176	15032	6352	248	2741	-7714
1318	176	15192	6176	253	2278	-7629
1319	192	15220	6476	303	2314	-7475
1320	236	15200	6256	-1560	2833	-7230
1321	324	15220	6384	-1304	3299	-7055
1322	264	15164	6280	-1071	3445	-6948
1323	132	15148	6432	-1042	3618	-6809
1324	160	15116	6292	-1062	3490	-6603
1325	136	15108	6320	-928	3071	-6248
1326	80	15136	6328	-909	2868	-5816
1327	28	15108	6352	-811	3012	-5357
1328	0	15088	6148	-772	3220	-4785
1329	-12	15072	6404	-719	3287	-4156
1330	104	15204	6200	-682	3189	-3598
1331	48	15152	6124	-809	2888	-3035
1332	56	15032	6012	-1010	2530	-2588
1333	128	14936	6108	-1125	2708	-2195
1334	-56	14916	6060	-1014	3333	-1676
1335	76	14932	6140	-972	3885	-1076
1336	-48	14984	6152	-973	3913	-562
1337	44	15172	6244	-1078	3390	-138
1338	80	15100	6456	-1141	2721	219
1339	8	15260	6404	-1186	2173	649
1340	100	15200	6340	-1216	1951	1069
1341	20	15208	6328	-1161	1981	1469
1342	144	15216	6452	3611	2150	1814
1343	128	15180	6376	3305	2228	2164
1344	128	15224	6336	2585	2190	2443
1345	112	15164	6500	2200	2366	2847
1346	120	15120	6492	2437	2779	3214

1347	224	15168	6412	2160	3064	3582
1348	256	15120	6536	1399	3120	3906
1349	200	15232	6420	484	3084	4183
1350	136	15212	6516	-174	3031	4523
1351	128	15108	6392	-220	2957	4882
1352	200	15164	6388	-27	2953	5230
1353	184	15208	6548	677	2513	5595
1354	4	15256	6508	1654	2152	5847
1355	44	15156	6784	1483	2089	6185
1356	128	15208	6676	481	2163	6392
1357	160	15132	6732	-500	2250	6530
1358	116	15100	6672	-387	2424	6574
1359	120	15108	6600	549	2775	6779
1360	-16	15124	6628	1839	2763	7026
1361	100	15024	6652	3661	2394	7140
1362	192	15220	6508	5548	2006	7279
1363	224	15172	6688	3747	1741	7362
1364	200	15204	6660	688	1557	7527
1365	100	15208	6716	-1221	1513	7575
1366	196	15312	6728	-1419	1665	7577
1367	80	15308	6836	-14	1804	7680
1368	84	15392	6728	1510	1610	7717
1369	156	15248	6604	2928	1318	7773
1370	168	15332	6736	3196	1028	7978
1371	100	15260	6764	2016	821	8121
1372	-16	15232	6588	64	658	8210
1373	12	15196	6840	-1638	553	8197
1374	-48	15180	6688	-2654	727	8269
1375	-108	15204	6724	-2144	1233	8418
1376	-4	15072	6740	-767	1611	8455
1377	-20	15048	6984	545	1521	8487
1378	-60	15004	6776	1067	1070	8495
1379	12	15072	6812	1208	426	8580
1380	28	15072	6684	1372	8	8790
1381	-36	15204	6796	1166	-73	9049
1382	20	15284	6736	1019	244	9284
1383	4	15124	6684	694	528	9246
1384	204	15236	6748	719	604	9132
1385	152	15204	6680	733	468	9063
1386	200	15180	6660	1134	265	9134
1387	248	15148	6668	1077	44	9233
1388	172	15064	6960	611	-51	9313
1389	124	15156	6916	-347	-105	9277
1390	144	15168	6812	-427	41	9238
1391	144	15172	7104	-203	218	9128
1392	212	15152	6928	118	296	8999
1393	204	15196	6912	377	169	9054
1394	244	15224	6968	66	13	9265
1395	228	15236	7008	-403	-146	9446
1396	256	15216	6984	-1472	-240	9472

1397	336	15236	6892	-2553	-402	9238
1398	156	15152	6888	-2251	-563	8745
1399	108	15200	6872	-1842	-430	8488
1400	36	15192	6828	-989	-73	8214
1401	56	15128	6808	-623	-51	8040
1402	116	15200	6956	-1039	-286	7780
1403	124	15240	7036	-2294	-555	7459
1404	56	15092	6936	-3428	-671	7025
1405	112	15164	7084	-3529	-614	6717
1406	188	15220	6820	-3857	-412	5787
1407	236	15096	6740	-4243	-412	5511
1408	76	15152	6784	-4529	-603	5219
1409	72	15188	6580	-5040	-805	5187
1410	88	15192	6540	-4736	-900	5033
1411	84	15120	6704	-2480	-873	4639
1412	224	15188	6556	-2760	-953	4090
1413	108	15152	6516	-3798	-1017	3727
1414	180	15236	6692	-4696	-908	2890
1415	100	15196	6400	-5089	-876	2396
1416	192	15188	6380	-3842	-842	1776
1417	196	15140	6708	-1725	-766	1337
1418	124	15248	6984	239	-800	1007
1419	68	15300	7244	133	-942	780
1420	32	15308	7460	-1621	-928	623
1421	144	15192	7280	-4024	-741	478
1422	200	15204	7236	-5836	-677	409
1423	232	15052	7196	-5323	-773	237
1424	228	15188	7136	-4143	-795	-150
1425	216	15216	6868	-3393	-777	-386
1426	260	15272	6664	-4495	-741	-503
1427	228	15316	6904	-6058	-767	-822
1428	176	15156	6948	-5198	-752	-1116
1429	288	15224	7104	-3369	-530	-1343
1430	212	15052	7252	-1718	-260	-1815
1431	356	15004	7220	-1214	-161	-2383
1432	364	14952	7180	-2433	-367	-2777
1433	348	14928	7116	-4857	-578	-3359
1434	172	15120	7196	-6842	-714	-3993
1435	500	15016	7184	-5613	-739	-4625
1436	544	15096	7164	-2455	-608	-5050
1437	604	15024	7384	-230	-478	-5391
1438	596	15020	7384	317	-523	-5758
1439	572	15132	7572	-353	-479	-5887
1440	688	15184	7328	-1358	-536	-6285
1441	616	15192	7508	-3015	-744	-6589
1442	612	15100	7468	-2714	-864	-6795
1443	552	15072	7504	-1351	-892	-7062
1444	484	15068	7620	-333	-734	-7396
1445	600	14972	7672	-630	-490	-8015
1446	504	15032	7880	-1570	-525	-8595

1447	444	15052	7544	-2985	-757	-9002
1448	440	15236	7484	-3172	-1080	-9468
1449	420	15424	7384	-1902	-1129	-9916
1450	464	15484	6848	69	-1106	-10536
1451	372	15624	6620	1072	-1195	-11235
1452	456	15584	6236	945	-942	-11498
1453	456	15472	6272	136	-951	-11516
1454	440	15228	5856	-599	-1351	-11595
1455	524	15256	5400	-949	-1696	-11837
1456	400	15288	4812	-1064	-1650	-12420
1457	460	15272	4256	-490	-1630	-13236
1458	300	15172	3692	386	-1564	-13842
1459	292	15140	3284	738	-1287	-13742
1460	340	15052	3284	567	-796	-13653
1461	420	14968	3332	132	-294	-13640
1462	224	15040	3100	-283	4178	-14125
1463	208	15116	3028	-691	3750	-14688
1464	272	15076	2648	-573	2680	-14427
1465	336	15036	2768	-294	1974	-13626
1466	328	14868	3260	58	2310	-13066
1467	296	14944	3764	442	3223	-13005
1468	296	14860	4116	565	4244	-12838
1469	336	14916	4060	698	4934	-12245
1470	300	14832	4336	589	5091	-11341
1471	204	14948	4572	459	4400	-10472
1472	276	15244	4684	765	3737	-9883
1473	200	15636	4648	1145	3395	-9552
1474	272	15716	4632	1867	3590	-9099
1475	272	15744	4580	2127	4241	-8339
1476	332	15648	4920	2000	4887	-7666
1477	288	15680	5032	1510	5087	-7246
1478	348	15516	5292	1140	4250	-6825
1479	296	15436	5640	668	3341	-6474
1480	280	15468	6604	494	2699	-6094
1481	220	15356	7032	299	2813	-5474
1482	264	15460	6944	300	3191	-4720
1483	328	15752	7016	815	3481	-4168
1484	268	15428	6824	1092	1563	-3511
1485	256	15028	6956	1480	1429	-2867
1486	300	14832	7084	2044	1960	-2311
1487	332	14428	7200	2343	2769	-1586
1488	248	14468	7060	2422	3404	-898
1489	200	14220	6928	2121	3335	-252
1490	212	14148	6280	1915	2633	385
1491	172	14604	5852	1444	2123	821
1492	224	14936	5312	1419	2032	1243
1493	24	15276	4788	1784	2238	1670
1494	196	15596	5032	2196	2002	2147
1495	336	15996	4684	2900	2013	2822
1496	204	15944	4704	3672	3174	3511

1497	336	15956	4588	3329	4437	4347
1498	364	16072	4600	2685	5287	5120
1499	536	15688	4708	1972	5407	5831
1500	388	15352	4760	1655	5143	6206
1501	444	15236	4868	2076	4693	6446
1502	472	15328	5180	3230	4312	6714
1503	272	15188	5476	4367	3737	6971
1504	356	14920	5460	4651	3693	7342
1505	144	14644	5248	4248	4131	7639
1506	108	14412	5384	3655	4700	7845
1507	140	14080	5184	3854	4312	7870
1508	60	13972	5352	4881	3201	7837
1509	-28	14152	5100	5080	2497	7999
1510	36	14432	5040	4602	2704	8219
1511	60	14648	5260	3648	3795	8426
1512	40	14820	5360	2689	4385	8469
1513	-196	14384	5388	2422	4427	8515
1514	116	14128	5436	2995	4320	8546
1515	196	13828	5432	3493	3917	8478
1516	292	13380	5332	3900	3708	8611
1517	204	12904	5440	3386	4263	8795
1518	244	12416	5668	2899	5000	9011
1519	160	12456	5988	2907	5339	9206
1520	112	12844	6044	3480	5495	9177
1521	20	13652	5948	4154	4802	9122
1522	-240	14340	5856	4360	3707	9003
1523	-152	14960	5912	4329	3210	9003
1524	-104	15012	5832	3442	3279	9051
1525	-84	13900	5908	3023	3211	9130
1526	24	14840	5964	3564	2652	9187
1527	260	15928	6256	4212	2231	9189
1528	268	16140	6272	4777	2292	9274
1529	284	16108	6120	4347	2657	9357
1530	164	16020	6312	3365	2709	9372
1531	132	15176	6348	2964	2479	9434
1532	88	14768	6220	2967	2150	9366
1533	-24	14472	6496	3396	1603	9586
1534	-180	15292	6864	3947	1115	9603
1535	-76	15484	6660	4222	608	9491
1536	-88	15760	6352	4236	271	9398
1537	-96	15408	5728	3932	365	9215
1538	-116	15776	5492	3279	824	9013
1539	48	16232	5032	2378	1459	8932
1540	-32	16296	4764	1978	2039	8638
1541	-152	16364	4600	1910	2408	8392
1542	-216	15824	4028	2031	2502	8079
1543	-284	15600	3968	2287	2380	7784
1544	-300	15888	3868	2701	1920	7412
1545	-316	16156	4220	2535	1534	7153
1546	-324	16252	4212	2100	1313	6905

1547	-160	15872	4488	1739	992	6605
1548	-360	15236	4672	1709	777	6364
1549	-316	15644	4568	1764	657	5789
1550	-88	15708	4824	1790	297	5506
1551	-184	16156	4992	2317	-44	5154
1552	-232	16212	5232	2672	-211	4822
1553	-136	16020	4996	1916	-187	4489
1554	-184	15720	4628	724	-305	4347
1555	-228	15484	4676	-84	-400	4049
1556	-268	15576	4616	-287	-103	3874
1557	-348	15868	4712	-20	92	3544
1558	-324	15872	5036	190	244	3326
1559	-264	15320	5064	270	498	2770
1560	-160	14160	5108	115	954	2307
1561	-176	13528	5620	-265	1425	1878
1562	-288	13756	6776	-457	1482	1621
1563	-388	14540	6996	-141	1376	1264
1564	-276	15780	7284	509	1423	863
1565	-296	15840	7348	1244	1403	419
1566	-392	15012	7020	2259	1385	-213
1567	-372	13724	6488	2866	1359	-891
1568	-296	13212	5520	2300	958	-1653
1569	-296	13296	5252	549	348	-2367
1570	-248	15136	5688	-1159	-435	-2983
1571	-160	17428	5828	-1797	-1135	-3642
1572	-248	18760	6060	-1073	-1778	-4384
1573	-188	17664	5876	-179	-2479	-5072
1574	-156	16480	5764	97	-2568	-5705
1575	-188	15404	5728	127	-2310	-6472
1576	-176	14068	5952	-1762	-1692	-7242
1577	-200	13636	5812	-3486	-1261	-8163
1578	-344	14384	5920	-3570	-1512	-8928
1579	-372	15124	5520	-2749	-2018	-9375
1580	-312	15532	5436	-1869	-2638	-9925
1581	-272	15340	5616	-1172	-2850	-10538
1582	-252	14972	5512	-265	-3550	-11130
1583	-308	14932	5508	-1329	-4514	-11675
1584	-332	14472	5284	-4555	-4666	-11939
1585	-336	14016	5424	-5164	-4789	-12290
1586	-352	13788	5464	-2218	-5342	-12587
1587	-372	13440	5272	1991	-5756	-12899
1588	-232	12836	5160	4984	-5858	-13144
1589	-56	12720	5512	4099	-5742	-13383
1590	-136	13016	5288	1493	-5655	-13531
1591	-100	13184	5196	-2101	-5261	-13436
1592	-132	13624	5376	-5414	-5325	-13155
1593	-32	14124	5336	-4398	-5611	-12950
1594	-28	14080	5360	-284	-4942	-13121
1595	-20	13304	5412	3802	-4457	-13090
1596	76	13292	5652	6594	-4007	-12600

1597	124	13636	6012	5627	-3703	-12121
1598	164	14100	6296	1845	-2995	-11684
1599	88	15800	6252	-3463	-2376	-11572
1600	100	15408	5988	-6588	-2153	-11497
1601	188	15488	5932	-3514	-1655	-11151
1602	204	15592	6068	-8	-2053	-10887
1603	248	14152	5844	2254	-3097	-10638
1604	264	15484	6324	3286	-4292	-10501
1605	96	14368	5864	2491	-4646	-10220
1606	52	14216	6204	839	-4208	-9864
1607	80	14696	6368	-1055	-3583	-9802
1608	80	14816	6376	-2002	-3026	-9667
1609	68	14820	6340	401	-2446	-9631
1610	136	15684	5920	2902	-2085	-9362
1611	44	15912	5756	4920	-2625	-8982
1612	52	15156	5556	4197	-2956	-8895
1613	40	15560	5512	1772	-2338	-8947
1614	-92	14596	5948	-876	-1772	-8952
1615	-324	15416	5744	-2662	-1698	-8870
1616	-216	15768	5952	-3367	-2067	-8579
1617	-280	16052	5548	-2381	-2151	-8104
1618	-172	15244	5308	-959	-1561	-7623
1619	-4	15148	5528	-771	187	-6932
1620	-120	15124	5524	-1493	1617	-5955
1621	-64	14236	5796	-2005	3027	-4683
1622	-220	14168	5840	-1533	3823	-3523
1623	-88	14820	5624	-400	3803	-2405
1624	-244	15036	5680	197	3279	-1594
1625	-232	14596	6252	368	2353	-915
1626	-176	15032	5328	78	1592	-330
1627	-104	15312	5128	-488	987	174
1628	28	14888	5244	-1335	632	562
1629	160	14316	5200	-1680	811	1089
1630	212	15220	4804	-1026	1311	1429
1631	324	16436	4376	-58	1981	1837
1632	308	16076	4844	165	2913	2223
1633	356	15352	5560	-14	3471	2515
1634	340	14436	5108	-409	3594	2811
1635	296	13940	4320	-813	3360	3172
1636	372	14200	4808	-1117	3253	3762
1637	348	14744	4472	-1086	2545	4487
1638	208	14844	4472	-787	1173	5215
1639	268	14628	3824	-507	-165	5856
1640	216	14212	3688	-192	-1009	6344
1641	228	14384	3464	202	-1550	6912
1642	260	14488	3824	430	-2103	7431
1643	256	14380	4308	676	-1966	7912
1644	228	14148	3536	672	-1157	8224
1645	328	14120	3760	693	-274	8425
1646	328	14184	3720	743	319	8392

1647	188	14112	2632	903	570	8256
1648	220	14104	2192	813	706	7963
1649	216	14148	1952	321	907	7884
1650	156	14008	2112	-210	1164	7851
1651	76	13916	1840	-343	1481	7896
1652	132	13576	1940	-693	1828	7830
1653	80	13572	1964	-847	1669	7673
1654	148	13972	1872	-631	1375	7678
1655	72	14160	948	-298	1181	7642
1656	64	14232	1404	-312	1049	7526
1657	100	14072	1132	-182	1240	7395
1658	108	13848	1160	231	1722	7426
1659	84	13804	1496	634	1961	7473
1660	136	13584	-100	684	2184	7444
1661	184	13860	-412	804	2440	7452
1662	224	14012	-168	649	2628	7441
1663	268	14340	484	301	2815	7406
1664	224	14548	1260	-251	2962	7530
1665	144	14688	904	-890	2823	7658
1666	248	14552	32	-1070	2876	7595
1667	212	14228	-428	-954	3340	7587
1668	164	13616	28	-1133	3610	7666
1669	248	12964	-612	-1162	2576	7842
1670	116	13052	-744	-1159	902	7827
1671	84	13284	-548	-1097	68	7719
1672	140	13396	-1208	-404	-29	7535
1673	-16	13844	-1376	-123	710	7452
1674	-72	13880	-1760	-479	1574	7502
1675	-36	13488	-972	-599	2888	7638
1676	72	13156	-472	-416	2471	7655
1677	32	12560	-2780	-19	1382	7700
1678	88	11608	-1356	323	-366	7810
1679	76	12796	-1996	885	-980	7845
1680	0	12992	-1748	1288	-684	7650
1681	4	13480	-1140	1539	612	7493
1682	-8	13352	-1372	917	1707	7362
1683	-52	13084	-1052	531	2889	7207
1684	-108	12712	-876	335	2354	7116
1685	-124	12828	-2380	338	1922	7099
1686	-88	12600	-3460	994	1910	7042
1687	-160	13092	-2980	1961	2573	6920
1688	-32	12948	-4288	2613	3696	6781
1689	-4	12952	-3976	2720	4490	6588
1690	-24	12440	-3104	2186	5039	6448
1691	-52	11936	-2740	1700	4656	6219
1692	124	11932	-2812	2028	4078	5931
1693	28	11900	-4284	3013	4031	5699
1694	160	12396	-4472	3568	4656	5482
1695	284	12944	-3976	3994	5743	5200
1696	324	13248	-4176	3098	6065	4857

1697	368	12696	-3960	2420	5296	4464
1698	404	12844	-4456	2365	4385	4090
1699	276	12264	-4764	2528	3876	3668
1700	244	11400	-4492	2283	3480	3343
1701	88	10848	-4392	1968	3449	2908
1702	88	11488	-3608	1657	3564	2409
1703	8	11628	-3352	1781	3893	1887
1704	-100	11880	-4252	2206	3892	1511
1705	-80	12328	-3988	3112	3298	1106
1706	-348	11496	-3900	3586	1733	570
1707	-208	12172	-3568	3468	1374	126
1708	-368	12876	-3836	2972	2564	-318
1709	-328	13372	-3840	3100	4093	-854
1710	-244	12172	-4004	3398	4275	-1389
1711	-120	10796	-3988	3506	5949	-1996
1712	-4	11572	-4100	3552	5148	-2447
1713	84	12360	-4848	3451	4080	-2925
1714	36	12220	-5224	3320	2801	-3321
1715	-8	12340	-4748	2908	2295	-3645
1716	68	12592	-4432	2285	2513	-3925
1717	-28	12704	-4104	1464	3057	-4276
1718	-92	11424	-4388	785	3346	-4702
1719	52	11872	-4236	593	2739	-5225
1720	-36	12512	-4640	949	1785	-5673
1721	0	12988	-5404	1666	855	-6151
1722	-44	13620	-4900	2485	864	-6658
1723	-104	13492	-4124	3225	1349	-7184
1724	-4	12260	-4876	3495	2150	-7712
1725	-128	11120	-4960	2833	2532	-8118
1726	-88	10180	-4720	1795	2393	-8386
1727	-132	11360	-5192	1070	2102	-8635
1728	-128	11492	-4412	930	1940	-8835
1729	-68	11880	-3824	1172	1724	-9136
1730	-24	12116	-4224	2033	1591	-9460
1731	-32	11488	-4084	2991	1714	-9750
1732	140	11336	-4104	2985	1657	-9958
1733	68	11084	-4228	2579	1541	-10035
1734	16	11188	-3836	2138	1281	-10066
1735	60	12148	-4164	1771	1052	-10028
1736	-8	12672	-3488	1702	816	-10048
1737	140	12744	-4224	1675	520	-10208
1738	160	11976	-3324	1251	238	-10496
1739	40	11232	-4768	718	74	-10849
1740	232	11820	-4664	530	20	-10944
1741	236	11820	-5368	533	84	-10803
1742	236	11952	-5144	911	0	-10635
1743	356	12192	-5404	1490	-199	-10553
1744	260	11904	-5032	1890	-454	-10573
1745	292	11460	-4236	1621	-744	-10212
1746	184	10912	-5244	955	-832	-9860

1747	120	10676	-5828	-19	-642	-9508
1748	84	10568	-5036	-799	-251	-9239
1749	140	11512	-6512	-1226	-23	-8977
1750	104	11196	-5736	-1191	-63	-8840
1751	104	11596	-6196	-491	-225	-8729
1752	128	11924	-6048	503	-385	-8636
1753	92	11448	-6140	952	-516	-8419
1754	56	10932	-6408	705	-740	-8144
1755	52	11052	-7248	-195	-973	-7801
1756	-108	10956	-6120	-1464	-781	-7614
1757	28	11264	-6544	-2471	-187	-7382
1758	-48	11364	-6756	-2735	-148	-7075
1759	-124	11056	-6528	-2288	-189	-6563
1760	-52	11580	-7220	-1440	-261	-5948
1761	-12	11304	-7232	-948	-348	-5233
1762	88	10824	-7332	-1484	-525	-4603
1763	52	10812	-7320	-2398	-595	-4012
1764	-32	10956	-8488	-2475	-600	-3330
1765	64	11060	-7076	-1649	-500	-2457
1766	40	11344	-7216	-751	-803	-1673
1767	28	10128	-7972	-417	-1470	-970
1768	-88	10764	-8220	-409	-2156	-470
1769	-36	10548	-8044	-1118	-2607	-95
1770	112	10304	-7584	-3352	-3066	112
1771	-48	10208	-7396	-4541	-3623	341
1772	132	10480	-7472	-3941	-4382	492
1773	-52	10648	-7816	-2330	-4611	615
1774	116	11000	-7492	-586	-4543	768
1775	76	10868	-7556	398	-4876	958
1776	84	10600	-7564	1197	-5145	1202
1777	40	10376	-7600	1798	-4736	1474
1778	-24	10224	-7552	-784	-4388	1770
1779	64	10348	-7472	-2676	-4193	2120
1780	-36	10496	-7484	-3339	-4379	2566
1781	20	10548	-7404	-3098	-4790	3078
1782	184	11344	-7548	-2250	-5098	3469
1783	144	11236	-7648	-617	-5035	3795
1784	344	10580	-7644	1718	-4715	4045
1785	364	11060	-7448	1764	-3937	4295
1786	572	11340	-7452	-541	-3840	4422
1787	792	11292	-7496	-3178	-4060	4471
1788	884	11180	-7848	-3974	-5280	4460
1789	1016	10996	-8028	-2906	-5768	4484
1790	1080	10680	-8112	-557	-5720	4604
1791	948	10760	-8012	1885	-3827	4717
1792	792	10828	-8120	3793	-2672	4822
1793	928	10872	-8184	4088	-3049	4992
1794	904	10724	-7896	2903	-6424	5066
1795	916	10656	-8068	1285	-9149	5216
1796	1036	10544	-8248	222	-9816	5286

1797	1240	10240	-8376	-175	-8537	5340
1798	1088	10068	-8172	-293	-6185	5418
1799	1032	10140	-8168	195	-3801	5463
1800	1204	9984	-8128	1054	-2084	5567
1801	1016	9676	-8088	1739	-1410	5636
1802	956	9792	-8320	1457	-1656	5753
1803	868	9984	-8212	54	-1232	5988
1804	840	10228	-8220	-785	-1549	5966
1805	712	10376	-8072	-1850	-2463	5978
1806	616	10060	-8156	-2767	-3113	6083
1807	536	9840	-8416	-3135	-2928	6259
1808	256	9928	-8344	-2610	-2886	6497
1809	176	9540	-8716	-2216	-3066	6703
1810	-36	9412	-8164	-2346	-2972	6917
1811	-180	9292	-8748	-1997	-2824	7062
1812	-404	9396	-8584	-1069	-2613	7331
1813	-724	9464	-8776	1	-2780	7529
1814	-1016	9496	-8664	390	-2907	7759
1815	-1356	9508	-8716	694	-2632	7910
1816	-2032	9444	-9084	689	-2304	7923
1817	-2668	9456	-8284	580	-2072	8066
1818	-2824	9468	-8616	642	-1366	8182
1819	-3364	9612	-9520	913	-557	8201
1820	-3752	9552	-9080	1106	590	8190
1821	-4028	9620	-9124	1160	1850	8123
1822	-3904	9424	-8880	1223	3033	7953
1823	-3928	9372	-9032	826	3854	7740
1824	-3520	9348	-9160	452	4326	7577
1825	-3400	9376	-9236	91	4172	7483
1826	-2896	9544	-9100	-17	3605	7327
1827	-2436	9568	-9028	-73	2614	7196
1828	-2516	9904	-9120	-128	1770	6880
1829	-2424	9848	-8940	-291	1121	6690
1830	-2228	9952	-8872	-374	469	6480
1831	-1724	10284	-9300	247	-53	6281
1832	-1120	10528	-8456	1275	-391	6154
1833	-1492	10596	-9064	2215	-820	6005
1834	-1712	10712	-9032	2737	-895	6081
1835	-1644	10712	-8980	3028	-572	5999
1836	-1248	10784	-8816	3198	175	5913
1837	-1356	10168	-9024	3125	919	5742
1838	-1572	10076	-9128	2690	1530	5550
1839	-1632	10148	-9068	2342	1927	5521
1840	-804	10188	-8996	2122	1860	5516
1841	-16	10212	-9308	1669	1240	5641
1842	-8	10196	-9124	1173	806	5747
1843	-416	9532	-9088	928	739	5698
1844	-1552	9552	-9016	431	882	5518
1845	-2332	9596	-9292	-152	1514	5441
1846	-2732	9412	-9384	-423	2244	5351

1847	-2940	9396	-9172	-330	2012	5170
1848	-1872	9308	-9364	-65	536	4845
1849	-948	9392	-9480	128	-676	4543
1850	-488	9460	-9408	-346	-1112	4148
1851	160	9316	-9460	-792	-400	3910
1852	1068	9228	-9376	-1541	1867	3554
1853	1412	9300	-9300	-2153	2206	3201
1854	972	9436	-9328	-2582	1650	2859
1855	840	9288	-9332	-2776	1292	2439
1856	1216	9156	-9352	-2319	1456	2046
1857	1420	9200	-9384	-1894	1958	1692
1858	1724	9188	-9268	-1691	2182	1477
1859	1660	9236	-9360	-1361	2316	1291
1860	1744	9472	-9380	-1282	2387	1018
1861	1584	9444	-9164	-682	3150	783
1862	1352	9268	-9160	8	3660	542
1863	1744	9136	-9136	433	3424	378
1864	2648	9168	-9076	505	3368	198
1865	2936	9228	-8824	87	3394	12
1866	3108	9296	-9140	179	3775	-185
1867	2828	9376	-8964	479	3692	-338
1868	2224	9328	-8924	1027	3019	-526
1869	1724	9684	-8872	1518	2577	-774
1870	1492	8900	-8672	1905	2437	-1082
1871	976	9000	-8936	2301	2551	-1473
1872	584	9004	-9372	2359	2469	-1839
1873	596	9152	-9152	2141	2026	-2163
1874	972	9012	-9028	2036	1965	-2393
1875	1572	9128	-8756	2224	2528	-2629
1876	1920	9404	-8848	2448	2835	-2977
1877	2648	9012	-9168	2798	3807	-3372
1878	3420	8884	-9308	3152	5027	-3786
1879	3644	9032	-9400	3432	6373	-4268
1880	4040	9016	-9244	3236	6277	-4766
1881	4236	9180	-9084	2953	5063	-5257
1882	4288	9168	-9128	2449	3756	-5625
1883	3668	9232	-9356	1814	3054	-5931
1884	3308	9160	-8992	1302	2942	-6283
1885	3276	9104	-9368	1221	2938	-6640
1886	2916	8892	-9684	1733	2970	-6992
1887	2648	8820	-9360	2613	2688	-7443
1888	2280	8900	-9356	3152	2170	-7725
1889	2572	9076	-9300	3295	2294	-7709
1890	2864	9048	-9528	2989	2180	-7858
1891	2372	8960	-9292	2647	1963	-8020
1892	2240	8944	-9128	2523	1775	-8186
1893	2180	8804	-9256	2719	1661	-8338
1894	2344	8976	-9112	3380	1391	-8454
1895	2664	8972	-9140	3792	1219	-8650
1896	3088	9068	-9292	3892	1167	-8837

1897	3216	8996	-9136	3660	1383	-9018
1898	2880	8968	-9316	2944	1502	-9219
1899	2152	8784	-9188	2177	1622	-9400
1900	1548	8796	-9140	1653	1382	-9512
1901	968	8900	-9052	1460	1002	-9783
1902	940	8944	-9244	1675	381	-10249
1903	952	8728	-9136	2167	181	-10529
1904	1244	8792	-9088	2488	307	-10600
1905	1336	8848	-9128	2593	519	-10525
1906	1540	8876	-9144	2647	550	-10503
1907	1372	8784	-9012	2350	432	-10661
1908	1500	8672	-9024	2138	373	-10734
1909	1612	8584	-9016	2171	456	-10427
1910	1540	8664	-9024	2101	498	-9912
1911	1388	8576	-9012	2058	398	-9571
1912	1052	8640	-8916	1996	309	-9447
1913	716	8768	-8980	1847	286	-9333
1914	564	8712	-9084	1536	106	-8926
1915	164	8780	-9168	1283	-104	-8389
1916	24	8844	-8860	1127	-279	-7782
1917	100	8680	-9080	931	-322	-7253
1918	200	8696	-9080	671	-424	-6830
1919	644	8620	-9072	435	-485	-6167
1920	760	8776	-9060	284	-529	-5410
1921	712	8584	-8972	319	-185	-4739
1922	280	8612	-8992	570	122	-4245
1923	88	8896	-9088	674	371	-3851
1924	352	8992	-9044	521	534	-3488
1925	736	9048	-9164	384	525	-3125
1926	1104	8880	-9076	28	365	-2694
1927	1100	8716	-8980	-258	81	-2355
1928	1184	8784	-8976	-655	-77	-2047
1929	1124	8776	-9116	-631	-352	-1687
1930	800	8852	-9036	-387	-668	-1458
1931	540	8776	-8904	-313	-1092	-1222
1932	532	8796	-8820	-553	-1461	-969
1933	692	8972	-8776	-1115	-1784	-806
1934	956	8976	-8828	-1762	-1909	-629
1935	944	9112	-8816	-2047	-1935	-554
1936	1048	9284	-8844	-1803	-2189	-480
1937	1024	9148	-8640	-1229	-2250	-387
1938	1180	9112	-8740	-790	-2242	-329
1939	868	9012	-8472	-897	-2283	-125
1940	624	9088	-8628	-1176	-2248	5
1941	856	8936	-8740	-1109	-2454	146
1942	1172	9000	-8824	-534	-3012	294
1943	1492	9240	-8552	481	-3308	383
1944	1936	9184	-8588	1405	-3338	462
1945	1896	9240	-8600	1637	-3048	436
1946	1996	9368	-8620	757	-3198	383

1947	1516	9308	-8712	-568	-3963	356
1948	1340	9436	-8788	-1412	-4424	376
1949	988	9452	-8892	-1437	-4354	514
1950	784	9528	-8712	-341	-3456	672
1951	884	9324	-8756	1775	-2454	764
1952	1104	9348	-8876	4394	-1186	806
1953	1300	9336	-8804	4159	-209	837
1954	1664	9392	-8732	1798	-172	908
1955	1872	9092	-8660	-1355	-229	1038
1956	1756	9144	-8712	-3932	-2228	1168
1957	1420	9240	-8644	-4670	-3603	1316
1958	876	9088	-8856	-3165	-4212	1453
1959	648	9116	-8736	71	-4163	1689
1960	840	9148	-8896	2855	-3216	1961
1961	1528	9212	-8792	5335	-2461	2259
1962	2156	9268	-8928	4483	-2010	2561
1963	2636	9312	-8696	2131	-2325	2820
1964	2736	9224	-8796	-376	-3472	3036
1965	2304	9232	-8840	-1591	-4151	3253
1966	1684	9196	-8800	-431	-5183	3497
1967	1044	9224	-8676	2247	-3099	3783
1968	868	9284	-8600	5771	-1324	4036
1969	904	9084	-8412	9207	-1132	4207
1970	1068	9296	-8556	10341	-2316	4339
1971	1144	9184	-8568	8475	-3067	4403
1972	1408	9064	-8656	5400	-3291	4526
1973	1536	9096	-8520	2395	-3008	4711
1974	1504	9084	-8496	1167	-2738	4963
1975	1668	9144	-8512	1266	-2312	5172
1976	1932	9164	-8564	2004	-2423	5282
1977	1936	9288	-8592	3008	-2524	5367
1978	1904	9280	-8748	3916	-2095	5378
1979	1824	9168	-8612	3916	-1811	5515
1980	1912	9156	-8560	3279	-1634	5630
1981	1916	9096	-8692	2921	-1021	5722
1982	1748	9120	-8504	2665	-454	5845
1983	1692	9068	-8908	2239	-367	5745
1984	1848	9108	-8780	1852	-855	5908
1985	1656	8964	-8756	1861	-1134	5990
1986	1500	9052	-8888	2607	-998	6071
1987	1788	9048	-8704	3624	-472	6061
1991	1988	9020	-8836	3954	-913	6099
1992	1412	9036	-8852	3868	-855	6187
1993	1112	9032	-8740	3619	-501	6186
1994	912	9028	-8856	3802	-205	6272
1995	1004	9020	-9012	4245	-61	6296
1996	1396	9104	-8772	4436	-59	6290
1997	1616	9096	-8784	3717	-393	6124
1998	1644	9060	-8704	2158	-793	6075

1999	1560	9152	-8788	477	-881	5980
2000	1588	9140	-8756	-1560	4178	5892
\bar{x}	158.364	14306.33	3960.82	160.362	348.5665	92.256
min	-4028	8576	-9684	-6842	-9816	-14688
max	4288	18760	7880	10341	7019	10431

Automatic Spraying						
No	Sensor					
	Accelerometer			Gyroscope		
	x	y	z	x	y	z
1	-496	15252	6288	734	3206	-6646
2	-528	15200	6204	706	3340	-6709
3	-500	15284	6268	633	3525	-6853
4	-480	15236	6180	599	3690	-6946
5	-520	15296	6068	522	3828	-7038
6	-444	15296	6204	445	4005	-7497
7	-532	15368	6144	432	4092	-8133
8	-552	15312	6148	341	4309	-8766
9	-332	15324	6148	-22	4004	-9188
10	-412	15316	6172	-376	2877	-9653
11	-268	15132	6184	-671	2278	-10056
12	-340	15064	6412	-956	2816	-10248
13	-324	15144	6268	-1317	4043	-10199
14	-480	15208	6316	-1727	5116	-10138
15	-556	15252	6216	-2061	5524	-10179
16	-620	15256	6360	-2187	5302	-10302
17	-464	15244	6292	-2169	5227	-10352
18	-464	15272	6352	-2244	5076	-10349
19	-576	15316	6400	-2534	5143	-10333
20	-556	15180	6432	-2816	4886	-10045
21	-620	15148	6424	-2933	4606	-9681
22	-512	15080	6464	-2944	2443	-9571
23	-644	15292	6256	-2973	2020	-9408
24	-532	15304	6140	-3264	1681	-9151
25	-648	15336	6256	-3606	1137	-8834
26	-672	15304	6204	-4079	1618	-8469
27	-620	15212	6132	-4493	2421	-7877
28	-688	15388	6040	-4598	3148	-7439
29	-588	15440	6184	-4496	3359	-7140
30	-756	15404	6284	-4478	2960	-6753
31	-672	15200	6400	-4661	1825	-6185
32	-872	15080	6424	-4766	1139	-5421
33	-868	15308	6460	-4680	964	-4605
34	-868	15256	6520	-4424	1108	-3626
35	-772	15284	6320	-4516	1596	-2774
36	-648	15308	6380	-4593	1874	-1976
37	-592	15148	6392	-4556	1981	-1205
38	-772	15280	6236	-4243	1805	-373
39	-768	15316	6132	-3860	1507	466
40	-852	15344	6220	-3825	1006	1239
41	-736	15244	6340	-4050	607	1875
42	-704	15172	6232	-4578	223	2492
43	-680	15232	6048	-4865	-56	2995
44	-780	15404	5980	-4747	-137	3504
45	-804	15472	6008	-4413	-335	4017
46	-832	15320	5876	-4627	-408	4479

47	-892	15232	5844	-4901	-436	4997
48	-932	15140	6004	-4943	-399	5364
49	-744	15328	6056	-4952	-487	5746
50	-672	15280	6056	-4857	-734	6134
51	-564	15172	6184	-4560	-648	6455
52	-596	14960	6132	-4720	-545	6817
53	-860	14864	6128	-5165	-392	7218
54	-1012	15080	6248	-5541	-469	7760
55	-1044	15252	6048	-6045	-895	8302
56	-1004	15312	6212	-6296	-1463	8689
57	-968	15216	6208	-6180	-2238	8879
58	-872	15176	6160	-6370	-3073	8980
59	-696	15080	6088	-6761	-3653	9179
60	-724	15064	6032	-6709	-3898	9322
61	-612	15160	6292	-6230	-4192	9510
62	-468	15144	6140	-7119	-4666	9558
63	-532	15312	6336	-7043	-5003	9459
64	-416	15548	6444	-6027	-5150	9282
65	-572	15664	6408	-5842	-4995	9036
66	-544	15488	6532	-5212	-4594	8777
67	-80	15544	6500	-4951	-4173	8606
68	-116	15416	6656	-5343	-3705	8448
69	84	15388	6404	-5613	-3543	7878
70	60	15356	6696	-5664	-3098	7286
71	44	15224	6584	-5336	-2762	6667
72	-128	15096	6508	-4789	-3293	5917
73	-268	14840	6480	-4321	-2774	5322
74	-160	14804	6576	-3711	-3728	4871
75	36	14676	6592	-3358	-2821	4305
76	56	14824	6628	-2685	-2857	3633
77	-36	14800	6644	-2204	-2844	2930
78	-52	14868	6660	-1923	-1627	2479
79	-120	14772	6752	-1519	-2030	2321
80	-152	14960	6672	-1168	-3015	2244
81	28	15056	6740	-975	-3805	2027
82	416	15240	6708	-948	-4231	1534
83	1108	15356	6672	-1026	-3825	776
84	1828	15448	6532	-914	-3248	231
85	1920	15472	6396	-773	-2501	45
86	1864	15392	6316	-610	-2299	-46
87	1588	15240	6560	-411	-2392	-352
88	1384	15120	6532	-149	-2296	-808
89	1316	15068	6412	101	-1956	-1301
90	1120	15256	6528	232	-1091	-1824
91	728	15232	6652	474	-1122	-2157
92	660	15324	6572	196	-1501	-2136
93	492	15312	6616	702	-1802	-1900
94	292	15140	6588	946	-2195	-1659
95	396	15192	6380	1036	-1974	-1719
96	388	15052	6584	1247	-1682	-1880

97	268	15068	6584	1541	-2023	-1698
98	524	15052	6532	1620	-2682	-1284
99	500	15032	6632	1915	-3390	-960
100	772	14876	6692	2261	-3657	-741
101	852	15116	6592	2569	-4152	-834
102	1092	15052	6580	2920	-3926	-1055
103	1220	14944	6700	3232	-4113	-1208
104	1188	14876	6796	3665	-4020	-1009
105	1300	14840	6736	4045	-3264	-559
106	1272	14844	6784	4359	-3294	-185
107	1360	14896	6628	4519	-2911	174
108	1384	14916	6448	4644	-2053	504
109	1160	15068	6528	4844	-521	751
110	936	15100	6444	5142	998	867
111	636	15124	6400	5337	1716	849
112	452	15224	6380	5512	1728	786
113	236	15336	6476	5571	1195	731
114	120	15276	6484	5492	601	761
115	224	15276	6616	5638	559	829
116	168	15428	6396	5382	623	906
117	436	15720	6044	5302	771	904
118	332	15832	6368	5548	836	829
119	196	15780	6464	5803	1343	600
120	144	15644	6488	5894	1646	281
121	-16	15236	6596	5878	1656	-84
122	-268	15184	6420	5865	1331	-365
123	-540	15064	6352	5833	1032	-656
124	-696	15160	6444	5956	826	-1083
125	-976	15216	6348	5986	506	-1378
126	-1080	15140	6396	6006	136	-1678
127	-888	15168	6368	6254	36	-2139
128	-752	14832	6364	5842	-195	-2669
129	-796	14980	6332	5549	-294	-3317
130	-896	14900	6432	5241	-176	-3673
131	-784	15208	6340	4880	-44	-4261
132	-816	15408	6380	4773	-12	-4741
133	-928	15544	6468	4625	134	-5185
134	-1004	15372	6196	4319	-57	-5586
135	-968	15100	6260	3814	-310	-5986
136	-1044	14944	6244	3743	-618	-6330
137	-972	14848	6324	3621	-645	-6741
138	-1152	15296	6564	3532	-321	-7047
139	-1284	15788	6748	3449	526	-7352
140	-1308	15736	6832	3477	1230	-7608
141	-1448	15808	6888	3660	1415	-7656
142	-1480	15884	6792	3451	930	-7650
143	-1576	15732	6800	3112	513	-7567
144	-1316	15620	6764	2804	322	-7661
145	-1160	15632	6836	2579	480	-7593
146	-1232	15660	6856	2530	1035	-7614

147	-1212	15520	6904	2503	1727	-7477
148	-1260	15200	6728	2545	2162	-7292
149	-1200	15020	6880	2335	2045	-7472
150	-1340	15044	6972	2237	1479	-7726
151	-988	14996	6908	2206	579	-7856
152	-1164	15264	7112	2139	-326	-8040
153	-1096	15496	7032	2218	-435	-7485
154	-1136	15804	7148	2212	419	-7574
155	-1128	15704	7320	2239	1713	-7193
156	-864	15548	7292	2041	3153	-7143
157	-824	15272	7208	1857	3938	-6945
158	-732	15104	6932	1569	4128	-6499
159	-792	15132	6880	1310	3746	-5817
160	-620	15124	7152	1032	3722	-5186
161	-584	15476	7420	830	4313	-4556
162	-560	15540	7724	774	4754	-4057
163	-464	15668	7632	811	5644	-3797
164	-388	15492	7792	624	5428	-3192
165	-316	15420	7588	297	4154	-2423
166	-416	15164	7348	-69	3132	-1751
167	-388	14844	7436	-362	2433	-1147
168	-484	14636	7044	-439	2385	-582
169	-604	14508	6920	-570	2702	-31
170	-572	14296	7020	-732	3091	568
171	-800	14264	6936	-873	3894	1180
172	-756	13980	7328	-888	4417	1927
173	-760	14052	7124	-891	4178	2581
174	-592	14216	7208	-981	4078	3249
175	-524	14452	7156	-890	3712	3929
176	-328	14500	7200	-889	4473	4506
177	-184	14636	7392	-962	5263	5139
178	-20	15004	7112	-993	5414	5689
179	0	15516	6960	-953	4238	6323
180	260	15872	6760	-931	3340	6960
181	192	15896	6640	-919	3517	7741
182	88	15768	6776	-1116	4289	8388
183	164	15444	6584	-1314	4924	8907
184	100	14896	6296	-1645	4984	9292
185	-40	14460	6068	-1910	4498	9675
186	-4	14520	6060	-2193	3268	10013
187	36	14748	6052	-2200	2160	10274
188	-124	14808	5956	-2037	1013	10386
189	-156	14716	6184	-1997	424	10374
190	-128	14680	6092	-2208	210	10409
191	-196	14864	6284	-2549	270	10348
192	-308	15040	6188	-2830	786	10129
193	-196	15188	6516	-3023	1349	9824
194	-100	15140	6440	-3053	1699	9457
195	-8	14788	6548	-2886	1668	8933
196	-88	14300	6400	-2879	-568	8625

197	-100	13836	6324	-2911	347	8070
198	-92	13252	6248	-2887	803	7150
199	-76	13360	6276	-2755	2287	6235
200	76	13932	6440	-2584	3097	5457
201	232	14800	6440	-2413	2923	4860
202	380	15748	6540	-2653	2222	4260
203	384	16692	6540	-2894	1768	3526
204	392	16712	6588	-2850	2026	2846
205	492	16568	6652	-2716	3038	2205
206	344	16020	6672	-2331	3997	1785
207	296	15748	6520	-1877	4239	1671
208	520	15524	6256	-1687	3993	1453
209	400	15132	6260	-1813	3251	1067
210	448	14360	6464	-2057	2958	607
211	456	14136	6948	-2238	2607	417
212	360	14120	7180	-2415	2586	441
213	508	13872	7632	-2337	2664	604
214	312	14428	7908	-2251	2481	744
215	460	14924	7876	-2399	2542	865
216	448	14704	7788	-2747	2399	1051
217	500	15700	7544	-3172	2043	1277
218	604	16284	7620	-3489	1799	1249
219	724	16688	7624	-3786	1582	1299
220	736	16524	7880	-4074	1440	1510
221	784	17064	7972	-4392	1487	1706
222	932	15736	7920	-4876	1485	1731
223	968	16024	7872	-4768	1427	1607
224	960	15888	7492	-4612	605	1256
225	1032	15436	7460	-4883	581	1016
226	1260	15308	7400	-5217	522	893
227	1376	15284	7344	-5598	761	941
228	1352	15116	7112	-6071	770	1046
229	1192	14964	7256	-6530	514	1253
230	968	14968	7432	-6854	65	1436
231	756	14924	7688	-7291	-540	1502
232	684	14952	7700	-7365	-971	1339
233	624	15196	7824	-7217	-1345	1091
234	696	15068	7824	-6756	-1334	814
235	692	14816	8036	-5997	-882	753
236	688	14892	7792	-5195	-386	813
237	420	15088	7596	-4702	-422	727
238	304	15064	7720	-4443	-876	589
239	228	14868	7388	-4595	-1654	378
240	-56	15064	7228	-5349	-2428	124
241	-20	14988	7372	-6224	-2679	-70
242	184	14888	7168	-5767	-2366	-294
243	304	14940	7492	-5517	-1931	-497
244	8	15092	7456	-5107	-1649	-787
245	136	15040	7656	-4773	-2439	-1131
246	188	15420	7884	-4139	-3194	-1533

247	92	15608	7892	-3936	-3424	-1841
248	-60	15504	7936	-3807	-2985	-2262
249	-112	15324	7776	-3519	-2618	-2614
250	-388	15164	7680	-3408	-2705	-2920
251	-708	15124	7800	-3535	-3050	-3142
252	-1268	14760	7872	-3690	-4105	-3393
253	-1820	14688	7744	-2763	-4313	-3698
254	-2136	14856	7652	-1677	-4463	-4235
255	-2380	15284	7896	-1283	-6104	-4802
256	-2528	16236	8000	-1060	-7664	-5458
257	-2536	17132	7996	-1384	-7283	-5186
258	-2352	16880	7864	-484	-5668	-5996
259	-2092	15408	7628	31	-7009	-6862
260	-1712	14212	7688	455	-6612	-7395
261	-1384	13880	7588	1421	-6243	-7558
262	-1148	13536	7588	1611	-5236	-7683
263	-1164	13744	7680	1698	-4207	-8018
264	-1304	14148	7724	2215	-3549	-8508
265	-1616	14496	7640	2517	-3788	-8937
266	-1832	14920	7600	2858	-3925	-9119
267	-1928	15404	7668	3276	-4484	-8981
268	-1944	15436	7524	3611	-5172	-8779
269	-1804	15344	7644	3948	-5440	-8614
270	-1684	15416	7624	4179	-6289	-8591
271	-1448	15608	7720	4399	-6771	-8717
272	-1180	15380	7744	4716	-6037	-8623
273	-796	15076	7632	5111	-5118	-8383
274	-560	14724	7600	5531	-3812	-7871
275	-204	14632	7604	5796	-2734	-7479
276	208	14692	7716	6018	-2859	-6389
277	832	14904	7612	6451	-2759	-6756
278	1196	14992	7488	6472	-2524	-6332
279	1292	14848	7236	6839	-1725	-6349
280	944	14896	7452	7467	-754	-5983
281	908	15056	7452	7552	-497	-5586
282	828	15440	7540	7802	-822	-5407
283	548	15392	7364	7947	-1974	-4800
284	36	15084	7368	7837	-2498	-4370
285	-500	15060	7460	7951	-2719	-4052
286	-1088	15068	7588	8164	-2305	-3582
287	-1660	15112	7400	8356	-1793	-3082
288	-1788	15244	7416	8619	-1628	-2749
289	-1816	15476	7488	8414	-1740	-2361
290	-2436	15448	7612	8503	-1169	-1962
291	-2944	15324	7464	8534	-999	-1587
292	-3236	15324	7396	8371	-1196	-1268
293	-2760	15220	7416	7940	-1692	-909
294	-2124	15136	7556	7597	-1757	-547
295	-1752	15132	7576	7358	-1302	-236
296	-1336	14940	7436	7005	-311	-39

297	-1080	14996	7500	6294	387	162
298	-588	14984	7764	6025	657	399
299	-688	14900	7876	6063	455	772
300	-732	15080	7848	6094	171	1302
301	-924	15100	8080	5958	-37	1783
302	-1344	15136	7792	5862	-29	2268
303	-1392	15204	7740	5706	291	2674
304	-1492	15280	7288	5525	604	3155
305	-1436	15112	6804	4982	905	3584
306	-1200	14928	6764	4387	1466	4028
307	-980	14736	6848	3791	1573	4636
308	-652	14756	6288	3563	1140	5096
309	-584	14792	6216	3628	983	5562
310	-356	14800	5840	3799	902	6002
311	-340	14860	6136	4028	1205	6457
312	-356	14904	6128	4035	1416	6988
313	-348	14976	5956	3905	1417	7425
314	-152	14788	5828	3559	1240	7840
315	-24	14776	6216	3285	365	8129
316	184	14584	6228	3050	-493	8266
317	532	14460	6388	2988	-866	8400
318	788	14696	6360	2994	-830	8255
319	800	15044	6096	2990	161	8299
320	868	15184	6076	2875	1448	8388
321	752	15328	6108	2786	2489	8098
322	508	15420	5904	2740	1966	7646
323	68	15252	6032	2769	512	7070
324	-212	15192	5980	2636	-261	6635
325	-576	14980	6032	2502	-305	5998
326	-856	14824	6276	2382	795	5516
327	-768	15024	6252	2344	1995	5267
328	-692	15068	6344	2324	2947	4890
329	-224	15012	6500	2341	2375	4295
330	224	14968	6480	2262	1007	3571
331	472	15068	6396	2074	-168	2873
332	216	15264	6308	1872	87	2248
333	332	15368	6080	1629	921	1613
334	20	15276	6096	1542	2427	1144
335	-356	15168	6448	1455	4149	990
336	-780	15104	6672	1323	5152	762
337	-1036	14940	6656	711	3893	456
338	-1272	14848	6872	306	2291	96
339	-1468	14944	6736	-18	1511	-147
340	-1396	15036	7020	-443	1718	-284
341	-1208	15188	7096	-411	2423	-237
342	-904	15192	7184	-590	2646	22
343	-480	15216	7140	-669	2399	244
344	-88	15088	7008	-645	1617	442
345	248	15140	7124	-636	1431	456
346	444	15216	7372	-774	1678	70

347	612	15392	7164	-772	2422	-89
348	660	15560	7060	-636	2791	-191
349	556	15492	7080	-653	2671	-273
350	572	15432	7376	-693	2777	-352
351	676	15448	7320	-878	2892	-411
352	964	15392	7452	-1059	3033	-441
353	1324	15112	7412	-1199	3782	-442
354	1320	15016	7624	-1396	4995	-301
355	1424	15024	7876	-1576	5284	-151
356	1188	15144	7968	-1820	4934	-14
357	1176	15164	7804	-2182	4140	119
358	1060	15244	7788	-2503	3199	210
359	952	15048	7968	-2732	2763	212
360	1032	14964	7904	-2960	2714	373
361	820	14892	7824	-3131	3018	502
362	724	14920	7760	-3332	3557	547
363	564	15040	7772	-3314	1801	621
364	520	14736	7976	-3268	1818	749
365	632	14684	7860	-3232	1656	922
366	628	14756	7764	-3341	1652	1208
367	780	15000	7760	-3455	2289	1557
368	844	15144	7528	-3677	2625	1729
369	832	15120	7412	-3761	2902	1642
370	824	15284	7472	-3629	3158	1624
371	800	15392	7220	-3509	3146	1512
372	632	15532	7396	-3608	2583	1258
373	252	15308	7492	-3849	1809	1039
374	60	15016	7496	-3875	2108	1007
375	-244	15080	7408	-3747	3524	865
376	-432	15320	7348	-3592	5102	563
377	-736	15344	7216	-3680	6343	118
378	-944	15436	7024	-4057	7055	-282
379	-1212	15324	7236	-4233	6633	-734
380	-1432	15060	7412	-4144	4908	-1210
381	-1380	15008	7480	-4175	3620	-1680
382	-1404	15088	7444	-4162	2819	-2051
383	-1528	15268	7704	-4277	2353	-2470
384	-1824	15252	7712	-4633	2049	-2714
385	-2012	15104	7464	-4884	1875	-3057
386	-2428	15028	7416	-4722	1576	-3368
387	-2504	14920	7452	-4609	1015	-3612
388	-2240	15004	6780	-4805	226	-3812
389	-1740	14992	7028	-5203	-499	-4121
390	-1280	15152	7128	-5215	-879	-4414
391	-804	15256	7004	-5459	-617	-4709
392	-628	15208	7284	-5791	-21	-4826
393	-724	15140	7332	-6007	913	-4876
394	-676	14904	6808	-6194	1685	-4758
395	-780	14860	6636	-6015	2114	-4487
396	-872	15056	6348	-5657	1778	-4797

397	-880	15240	6604	-5523	1204	-5208
398	-1096	15312	6716	-5742	594	-5218
399	-1164	15380	6832	-5951	174	-5188
400	-1204	15372	6928	-5889	-405	-5059
401	-1304	15308	6756	-5813	-1105	-4923
402	-1328	15216	6580	-5575	-1709	-4806
403	-1152	15348	6708	-5243	-2013	-4789
404	-1096	15488	6760	-4890	-2048	-4828
405	-872	15748	6756	-4834	-1825	-4802
406	-816	15948	6744	-4626	-1335	-4721
407	-848	16408	6636	-4445	-996	-4747
408	-1024	16604	6716	-3536	-657	-4793
409	-936	16520	6520	-3761	-1030	-4751
410	-868	16276	6820	-3739	-868	-4773
411	-824	16416	7004	-3567	-737	-4731
412	-1000	16124	7376	-3757	-175	-4752
413	-1228	15936	7248	-3539	254	-4773
414	-1264	15736	7136	-3321	-1008	-4773
415	-1328	15672	7264	-3064	-1722	-4666
416	-1192	15368	6988	-3256	-2301	-4529
417	-1128	15388	6776	-3375	-2641	-4527
418	-844	15500	6944	-3570	-2963	-4422
419	-672	15292	7020	-3446	-3082	-4299
420	-504	15212	7384	-3627	-2868	-4262
421	-260	15060	7380	-3589	-2837	-4110
422	-44	14696	7480	-3457	-2909	-3931
423	44	14256	7180	-3541	-2857	-3688
424	4	14136	7144	-3589	-2758	-3437
425	-64	13708	6988	-3151	-2870	-3131
426	16	13380	6912	-2798	-3015	-2943
427	-36	13056	6696	-2508	-2917	-2770
428	60	13156	6744	-2268	-2695	-2540
429	92	13260	6892	-2014	-2664	-2246
430	-88	13376	7136	-1686	-2491	-1880
431	-88	13680	7296	-1349	-3329	-1525
432	40	14876	7252	-1062	-2856	-1165
433	-12	16252	7244	-1054	-1608	-836
434	24	17060	7256	-1025	-1548	-549
435	-40	17352	7348	-948	-1012	-226
436	80	17460	7544	-677	-847	88
437	0	16576	7668	-377	-905	465
438	96	15012	7792	33	-988	850
439	4	13716	7940	263	-442	1288
440	8	13060	7864	575	-760	1642
441	-28	13008	7976	964	-1212	2138
442	108	13104	7880	1329	-1158	2618
443	76	13480	7468	1819	-1312	3110
444	352	13896	7280	2501	-1535	3586
445	600	14316	7008	3240	-1276	4134
446	724	14932	6780	3843	-1410	4621

447	888	15768	6528	4361	-1529	5030
448	1008	16200	6432	4755	-2142	5477
449	1176	16176	6496	4984	-2910	5871
450	1476	15716	6524	5194	-3264	6396
451	1424	14968	6628	5545	-2726	6866
452	1520	14280	6616	5928	-2020	7309
453	1404	13888	6624	6252	-1682	7595
454	1248	13712	6708	6385	-1354	7809
455	896	13820	6836	6374	-1246	8116
456	660	14096	7356	6107	-855	8385
457	408	14344	7312	5720	237	8671
458	172	14892	7368	5594	1160	8874
459	96	15360	7240	5779	2179	8891
460	108	15824	6944	5796	2017	8906
461	228	15840	7004	5734	629	8741
462	376	15728	7004	5713	-668	8535
463	164	15408	7020	5576	-1526	8281
464	256	15344	6924	5393	-1398	8050
465	336	15244	7032	5203	-952	7740
466	396	15172	6960	5288	-940	7436
467	580	15356	7024	5290	-1115	6840
468	568	15512	7012	5111	-1072	6360
469	600	15640	7032	5012	-839	6014
470	596	15688	6976	5213	-570	5384
471	748	15140	6964	5355	-296	4810
472	692	15024	6964	5157	-161	4498
473	652	14672	7176	4879	162	4293
474	608	14892	6836	4628	391	4027
475	588	14552	7028	4305	232	3807
476	732	14580	7104	3917	13	3587
477	824	15048	6996	3847	-312	3158
478	900	14820	6976	3850	-583	2742
479	1028	15216	6908	3726	-394	2560
480	948	15648	6752	3685	120	2446
481	916	15796	6916	3664	459	2114
482	692	16044	6868	3668	697	1597
483	464	15912	6900	3471	648	1286
484	268	15700	6644	3317	185	875
485	256	15428	6640	3162	38	635
486	52	15288	6876	3369	-8	497
487	-132	15184	7348	3644	307	471
488	-632	15104	7200	4001	871	510
489	-1016	15296	6976	4140	1449	583
490	-1444	15248	6632	4104	1683	568
491	-1768	15320	6592	3903	1431	656
492	-2172	15284	6764	3582	1131	631
493	-2492	15168	7016	3274	1092	744
494	-2836	15120	7104	3069	1291	759
495	-2836	14996	6768	3206	1303	706
496	-2372	14980	6860	3310	837	836

497	-1984	15040	7132	3358	373	876
498	-1424	15352	6948	3326	123	754
499	-1084	15184	6308	3236	-99	666
500	-896	15160	6212	2982	84	714
501	-772	15036	5896	2539	527	875
502	-816	14892	5576	2232	1223	906
503	-892	14904	5404	2270	1494	932
504	-920	15060	5284	2376	992	1005
505	-1156	15204	5356	2313	486	1149
506	-1016	15292	5608	2248	645	1314
507	-1212	15096	5464	2120	1464	1354
508	-880	14740	5520	1923	2818	1359
509	-780	14460	5844	1779	4219	1441
510	-580	14296	6024	1698	4041	1486
511	-424	14548	6200	1725	3106	1648
512	-456	14852	6020	1779	1907	1704
513	-620	14864	6092	1597	696	1787
514	-952	14552	5736	1227	723	1865
515	-848	14352	5452	849	1118	1939
516	-684	14240	5464	664	2112	2071
517	-436	14672	5952	591	2856	2151
518	228	14908	5672	768	3144	2191
519	692	15708	5868	820	2487	2161
520	1520	15332	5968	680	1137	2199
521	2232	16020	6272	546	590	2109
522	2552	16488	6896	469	917	2125
523	2248	16632	7328	367	1411	2158
524	1892	16432	7484	340	2236	2017
525	1324	16200	7596	325	2653	1830
526	508	15852	7216	291	2374	1617
527	-336	15672	7288	224	1635	1253
528	-940	15588	7108	158	766	983
529	-1308	15168	7284	53	686	869
530	-1868	14764	7508	-29	1390	921
531	-2692	14592	7788	-31	2095	1045
532	-3424	14408	8020	-1	2914	871
533	-3432	14508	8528	-187	2731	489
534	-2956	14852	9152	-376	1961	-47
535	-2140	15052	9288	-650	1388	-640
536	-1296	15360	9164	-984	1611	-1086
537	-772	15392	8624	-1315	3621	-1638
538	-532	15356	8216	-1481	5179	-2109
539	-344	15100	8132	-1436	5146	-2498
540	-116	15120	7464	-1329	3207	-3030
541	-96	15064	6940	-1427	2270	-3674
542	-116	14876	7368	-1765	1994	-4359
543	-296	14952	7672	-2488	2395	-4787
544	-692	15052	8340	-3181	3382	-5182
545	-776	15072	8480	-3714	4002	-6106
546	-1052	14940	8288	-3828	3314	-5827

547	-1164	14540	8492	-3859	2846	-6612
548	-1052	14356	8876	-3714	2058	-7175
549	-1108	14288	8988	-3508	2353	-7124
550	-812	14460	8720	-3582	3393	-6948
551	-500	14740	8328	-3776	3820	-7011
552	-212	15272	8268	-3682	3873	-7257
553	124	15616	8124	-3678	3470	-7414
554	240	15752	8316	-3825	3264	-7055
555	264	15332	8696	-4184	3133	-6943
556	584	15016	8860	-4315	3396	-6772
557	584	14732	8784	-4036	1757	-6812
558	552	14768	8564	-3726	3935	-6809
559	540	14852	8688	-3594	3774	-6584
560	220	14936	8448	-3639	3905	-6464
561	248	15152	8412	-3798	3402	-6285
562	56	15228	8256	-3767	3436	-6402
563	72	15216	8108	-3716	3653	-6454
564	52	14968	8268	-3705	4365	-6466
565	-60	14636	8284	-3643	4438	-6455
566	-64	14488	8296	-3805	4437	-6320
567	92	14540	8432	-3843	4014	-6164
568	-4	14768	8236	-4114	3479	-6025
569	-24	14780	8280	-4160	2675	-5816
570	-52	14784	8364	-4169	1743	-5387
571	-160	14648	8392	-3944	1265	-5358
572	-524	14612	8372	-3959	985	-5081
573	-368	14644	8312	-4227	1205	-4803
574	-528	14888	8096	-4571	1485	-4830
575	-688	15292	8132	-4852	1539	-4708
576	-404	15368	8072	-5003	1527	-5037
577	-448	15128	8104	-5008	1353	-5405
578	-228	14660	8200	-4974	1192	-6040
579	-120	14796	8088	-5069	1423	-5939
580	16	14988	8136	-5140	1268	-5587
581	4	15104	8192	-5241	1263	-5210
582	8	15056	8316	-5207	1094	-4793
583	-224	14976	8232	-4996	1104	-4643
584	-436	14848	8328	-4767	1275	-4374
585	-600	15028	8320	-4936	1116	-4084
586	-804	15424	8208	-4885	645	-3452
587	-612	15684	8260	-5041	382	-2791
588	-688	15584	8352	-5129	308	-2240
589	-532	15324	8524	-6077	446	-2076
590	-208	15176	8452	-6447	547	-1930
591	-48	15224	8364	-6697	680	-1799
592	152	15408	8236	-6359	756	-1544
593	152	15472	7968	-5544	860	-1244
594	128	15628	7924	-5098	1027	-793
595	-16	15380	7876	-4781	978	-452
596	12	15060	7732	-4629	702	-33

597	-104	14732	7600	-5016	522	480
598	-68	14632	7824	-5253	496	969
599	-116	14656	7776	-5020	722	1451
600	-360	14828	7724	-4879	827	2007
601	-520	14964	7620	-4849	820	2319
602	-460	14944	7436	-4678	854	3103
603	-584	14824	7324	-4608	978	3777
604	-612	14756	7316	-4602	778	4054
605	-592	14936	7208	-4597	524	4421
606	-376	15088	7372	-4482	192	4957
607	-100	15052	7132	-4330	114	5706
608	172	15108	6820	-4002	-318	6481
609	432	15124	6272	-3486	-750	7028
610	748	15132	5944	-3382	-1138	7429
611	880	15160	5736	-2558	-1649	7990
612	864	15056	5572	-1655	-2575	8087
613	1040	15088	5480	-1431	-3138	8303
614	1072	14824	5600	-1214	-3112	8848
615	1204	14880	5844	-1077	-2826	9183
616	1312	15088	6024	-935	-2894	8936
617	1228	14988	6316	-738	-3131	8749
618	1196	15060	5828	-428	-3311	8750
619	964	15140	6044	-3	-3289	8657
620	864	15148	5840	300	-3636	8365
621	844	15012	5796	729	-4352	7862
622	792	14912	5700	1073	-5059	7552
623	776	14904	5784	1434	-5325	7161
624	908	14984	5888	1802	-5508	6619
625	728	14896	5968	2228	-5582	6500
626	540	14992	6084	2716	-5722	6501
627	452	14948	5916	3186	-5416	6302
628	372	15004	5920	3666	-4817	5707
629	460	15080	5928	4017	-4463	5105
630	652	15076	6280	4268	-4570	4824
631	828	15172	6472	4562	-4843	4541
632	1036	15192	6588	4737	-5098	4193
633	1008	15236	6812	4955	-4468	3843
634	1124	14976	6296	5097	-3857	3600
635	1192	15000	6424	5190	-3786	3187
636	1144	14980	6784	5346	-4076	2695
637	1068	14936	6784	5436	-2991	2407
638	932	14980	6636	5759	-3246	2181
639	928	15076	6992	6157	-4016	2015
640	652	15148	7480	6494	-2988	1880
641	372	15436	7872	6646	-2234	1651
642	40	15464	7760	6389	-1677	1488
643	-224	15188	7424	6138	-1984	1183
644	-472	15016	7452	6107	-3212	1097
645	-600	14888	7564	6100	-3774	1197
646	-460	14792	7392	6398	-3805	1467

647	-192	14800	7416	6329	-3555	1758
648	-316	14980	7260	6384	-2839	1869
649	-252	15136	7196	6315	-1951	2028
650	-364	15264	7008	6227	-1026	1895
651	-628	15276	7108	6248	-705	1761
652	-924	15232	7328	5982	-291	1710
653	-1104	14996	7680	5435	473	1793
654	-1328	14796	7836	4969	751	2002
655	-1568	14780	7620	4710	510	2169
656	-1560	14812	7720	4629	159	2250
657	-1412	14904	7444	4442	-245	2234
658	-1300	15008	7268	4204	-154	2264
659	-1020	15048	7116	3913	637	2383
660	-768	14868	7080	3772	1446	2407
661	-704	14780	7212	3453	1425	2448
662	-760	14824	7496	3213	-56	2451
663	-1072	14800	7632	3096	-1828	2393
664	-1480	14884	7568	3380	-3237	2305
665	-1604	15016	7348	3370	-3079	2310
666	-2036	14812	7196	3394	-1769	2439
667	-2352	14604	7068	3249	374	2594
668	-2376	14576	6820	3192	1943	2831
669	-2260	14560	6956	3333	2711	2926
670	-1968	15044	7240	3226	1870	3014
671	-1608	15480	7464	2973	225	2942
672	-1380	14984	7996	2745	-1189	2777
673	-1264	15292	7784	2644	-2294	2562
674	-1040	14860	7540	2609	-2357	2379
675	-804	14624	7236	2482	-2190	2246
676	-616	14428	7108	2376	-2250	2118
677	-652	14620	7172	2229	-3210	1945
678	-776	14756	7212	2140	-4060	1758
679	-868	14960	7240	2185	-4682	1419
680	-1156	15196	7200	2421	-4990	1130
681	-1140	15452	7468	2773	-4803	921
682	-1132	15536	7424	2852	-3836	744
683	-1232	15416	7500	2796	-2531	365
684	-1128	15436	7648	2748	-1570	12
685	-1044	15292	7488	2756	-1261	-495
686	-1036	15304	7408	2738	-1615	-984
687	-968	15720	7112	2699	-2683	-1412
688	-936	16172	7100	2828	-3246	-1835
689	-784	16476	7060	2546	-3290	-2333
690	-724	16660	7068	2330	-2219	-2888
691	-692	16744	7292	2190	-689	-3292
692	-772	16640	7036	2062	465	-3765
693	-480	16040	6952	1703	1072	-4232
694	-472	15652	6932	1344	1046	-4214
695	-372	15496	6956	1187	804	-4346
696	-340	15632	6624	1036	863	-4853

697	-544	15696	6204	820	1424	-5306
698	-268	15340	6020	727	2247	-5642
699	-52	15120	6120	546	2614	-5724
700	156	14464	6472	451	2361	-5714
701	188	14420	6952	108	1706	-5871
702	268	14496	7060	-99	1251	-6065
703	312	14456	7236	-261	1089	-6037
704	184	14620	7212	-504	932	-6132
705	196	14424	7308	-676	692	-6169
706	240	14260	7204	-866	306	-6202
707	268	14444	7052	-1165	-137	-6215
708	344	14392	6960	-1369	-164	-6244
709	468	14204	7016	-1494	548	-6220
710	496	14340	7004	-1371	1916	-6303
711	464	14748	7104	-1180	3565	-6523
712	508	15180	7040	-1232	3811	-6744
713	424	15264	7308	-1522	3274	-6923
714	392	15384	7400	-1830	2404	-7015
715	332	15260	7496	-2029	1950	-7020
716	320	15260	7440	-1960	1749	-7175
717	292	15348	7120	-1822	1821	-7192
718	348	15160	7240	-1854	2047	-7563
719	356	14828	7132	-2417	2978	-7501
720	464	14744	7104	-2871	3727	-7267
721	396	14636	7092	-3139	3681	-6948
722	380	14532	7080	-3122	2872	-6382
723	364	14308	7128	-2957	1981	-6348
724	344	14552	7044	-2989	1751	-5698
725	376	15036	7312	-3265	2471	-5586
726	432	15004	7360	-3919	3609	-5174
727	432	14896	7444	-4570	5193	-4778
728	648	14780	7460	-4970	6563	-4398
729	616	14788	7320	-4996	6582	-4008
730	564	14956	7424	-4793	5783	-3627
731	672	15004	7216	-4896	4889	-3169
732	520	14696	7232	-5019	4191	-2759
733	564	14700	7152	-5178	4298	-2223
734	336	14532	7136	-5107	4661	-1696
735	216	14184	7328	-5137	4455	-1294
736	296	13892	7304	-5287	3992	-945
737	136	13728	7212	-5376	3542	-697
738	244	13432	7380	-5409	3455	-482
739	208	13448	7200	-5551	3487	-258
740	332	13492	7060	-5385	3193	-85
741	652	13820	6992	-5148	2303	15
742	744	14356	6940	-5107	1970	115
743	796	15004	7264	-5030	2715	129
744	700	15384	7292	-5028	3859	274
745	688	15536	7300	-5258	2419	330
746	456	15504	7244	-5971	3029	472

747	252	15404	7264	-6469	2568	538
748	144	15096	7108	-6500	1990	526
749	44	14684	7204	-6505	1407	554
750	-232	14560	7180	-6208	1593	562
751	-156	14832	7304	-5954	2363	548
752	-196	15016	7368	-5873	3040	602
753	-224	15684	7456	-6327	3212	621
754	-580	15812	7480	-6660	2967	587
755	-616	15980	7568	-6906	2690	631
756	-524	15752	7496	-7108	2826	689
757	-612	15024	7556	-6908	2645	860
758	-308	14536	7420	-6678	2454	1032
759	168	14104	7376	-6456	2131	1243
760	368	14416	7344	-6408	1732	1369
761	480	14612	7508	-6344	1617	1638
762	572	15220	7272	-6214	1576	2024
763	180	16016	7188	-6132	1489	2402
764	-264	16320	7236	-6390	1391	2845
765	-820	16512	7136	-5962	1161	3195
766	-1192	16320	7268	-5479	1086	3787
767	-1636	16400	7380	-5520	1585	4430
768	-2132	16068	7448	-5128	1698	5129
769	-2588	15616	7440	-4926	1667	6002
770	-2792	15508	7364	-5557	1375	6504
771	-2960	15412	7492	-4564	1030	6773
772	-2840	15292	7652	-4189	784	7301
773	-2488	14800	7604	-3198	469	7683
774	-2128	14556	7612	-2548	222	7964
775	-2048	14656	7668	-2392	-50	8430
776	-1752	14772	7612	-2339	-304	8950
777	-1876	15032	7696	-2649	-693	9278
778	-2268	15324	7652	-2739	-877	9466
779	-2512	15608	7496	-2275	-827	9620
780	-2444	15632	7480	-1860	-711	9729
781	-2336	15264	7392	-1709	-625	9721
782	-2116	15312	7388	-1308	-423	9283
783	-1924	15144	7360	-1334	-181	8731
784	-1552	14976	7092	-1491	-105	8103
785	-1092	14936	7144	-1293	-255	7698
786	-620	14932	7172	-843	-290	7334
787	-408	14856	7296	-454	-212	6754
788	-248	14932	7224	-120	-388	6283
789	152	14908	7280	55	-466	5762
790	240	15308	7320	200	-569	5302
791	648	15352	7352	174	-703	4654
792	1040	15348	7240	-14	-1010	4110
793	1884	14944	7304	158	-756	3694
794	2512	14604	7120	379	-545	3359
795	2788	14508	7168	614	-554	3234
796	2508	14648	7260	614	-458	3067

797	1884	14776	7564	504	-357	2818
798	800	14912	7620	553	-783	2492
799	-176	14896	7640	729	-1299	2124
800	-1244	15056	7524	952	-1604	1862
801	-1836	15144	7580	1142	-1738	1768
802	-2416	15252	7584	1248	-1619	1773
803	-3204	15488	7708	1168	-2205	1709
804	-3712	15572	7484	1210	-2643	1440
805	-3836	15544	7504	1153	-2922	1310
806	-3328	15364	7596	1143	-3361	1169
807	-2572	15120	7592	1161	-2254	1161
808	-1936	14784	8004	1164	-2242	1166
809	-1544	14488	7880	1246	-2637	1228
810	-968	14340	7616	1173	-2842	1272
811	-592	14536	7384	1040	-3272	1127
812	-336	14716	7404	884	-3862	1196
813	-32	14900	7516	839	-4250	1519
814	-44	15020	7552	782	-4578	1807
815	16	15272	7260	749	-4513	2049
816	-112	15344	7236	791	-4490	2178
817	-92	15352	6728	914	-4375	2324
818	-40	15352	6312	1076	-4281	2500
819	96	15276	6112	1337	-4147	2663
820	136	15272	5992	1578	-4105	2834
821	224	15036	5460	1774	-4075	3006
822	60	15064	4904	1911	-4474	3145
823	-48	14880	4876	2153	-4632	3288
824	60	14828	4868	2528	-5192	3287
825	72	14688	5300	2849	-5383	3149
826	56	14632	5564	3259	-5055	3037
827	96	14564	5636	3521	-6155	2943
828	204	14748	5992	3949	-5043	2746
829	208	14808	6212	4298	-4462	2544
830	292	14944	6316	4690	-3957	2424
831	356	15184	6444	5134	-4052	2430
832	304	15216	6400	5646	-4960	2442
833	20	15116	6444	6188	-4673	2428
834	-60	14964	6624	6388	-3190	2321
835	-296	14820	6784	6789	-2313	2162
836	-328	14800	6460	7227	-1761	2179
837	-548	14872	6492	7578	-1232	2134
838	-748	14872	6524	7925	-1360	2083
839	-828	14800	6576	8234	-1806	2092
840	-812	14912	6936	8279	-1760	1966
841	-752	15168	6984	8535	-2259	1709
842	-592	15160	6972	8607	-2914	1403
843	-548	14972	7124	8875	-2923	983
844	-392	14936	7128	9087	-2550	529
845	-272	14832	7172	9201	-1675	35
846	-84	14952	7344	9355	-661	-311

847	104	15024	7392	9765	55	-727
848	268	15152	7424	9726	380	-1386
849	204	15144	7460	9525	370	-2357
850	292	15176	7636	9544	-404	-3039
851	116	15032	7512	9617	-1231	-3588
852	184	15224	7768	9396	-1562	-4106
853	136	15496	7876	9237	-1383	-4639
854	48	15560	7820	9091	-1129	-5155
855	116	15552	7968	9011	-1193	-6067
856	-272	15392	8216	8625	-1641	-6645
857	-532	15144	8104	8057	-1491	-7095
858	-720	15004	8088	7843	-1067	-7403
859	-1040	14748	7900	7742	-1142	-7622
860	-920	14572	7668	7416	-1653	-7784
861	-704	14500	7772	6986	-2013	-8062
862	-372	14348	7600	6817	-1642	-8452
863	208	14592	7652	6714	-1021	-8737
864	848	14784	7272	6695	-638	-8849
865	1312	14756	7232	6458	-501	-8725
866	1568	14848	7348	6050	-240	-8653
867	1704	14880	7636	5693	16	-8614
868	1808	14924	7864	5147	193	-8650
869	1620	15184	8096	5002	-53	-8755
870	1348	15484	8120	5150	-214	-9019
871	864	15588	7960	5285	-398	-9101
872	540	15300	8328	4976	-377	-9029
873	192	14876	8288	4555	28	-8861
874	-56	14488	8268	4134	433	-8811
875	-380	14440	8236	3662	787	-8895
876	-604	14456	8400	3115	891	-9331
877	-492	14628	8372	2836	598	-9655
878	-260	14712	8432	2344	149	-9178
879	60	14728	8644	2251	134	-9389
880	204	14704	8708	2266	513	-9008
881	304	14692	8384	2317	1264	-8483
882	444	14724	8260	2256	2165	-7968
883	584	14712	7980	2094	2744	-7467
884	408	14884	7628	1799	2912	-6877
885	400	14924	7624	1415	2687	-6569
886	448	14904	7832	1020	2548	-5885
887	812	14844	7744	631	2665	-5240
888	796	14944	7836	362	2669	-4718
889	728	14904	7652	79	2839	-4334
890	340	14724	7672	-133	2552	-3933
891	172	14816	8092	-360	2296	-3542
892	756	14988	7816	-597	1787	-3184
893	1244	15428	7800	-740	982	-2481
894	2056	15400	7796	-993	601	-1949
895	2496	15328	7980	-1236	824	-1629
896	2432	15152	8176	-1216	1436	-1307

897	1660	15136	7936	-1294	2065	-1016
898	780	14884	7836	-1429	2762	-917
899	216	14728	7968	-1718	2795	-656
900	-52	14564	7972	-1896	1644	-329
901	-284	14548	8256	-1949	558	40
902	-416	14652	8216	-1819	179	361
903	-512	14964	8176	-1819	865	704
904	-412	15292	8100	-2034	2225	1033
905	-372	15580	7812	-2282	3679	1394
906	-252	15608	7836	-2477	4902	1768
907	-416	15712	7748	-2528	5059	2195
908	-716	15696	7228	-2470	4101	2526
909	-808	15660	7060	-2495	3477	2807
910	-1000	15376	6844	-2390	3001	3086
911	-1120	15104	6832	-2285	3189	3453
912	-1380	14928	6464	-2237	4897	3758
913	-1468	15032	6636	-2209	5595	4208
914	-1480	15176	6408	-2249	5239	4692
915	-1416	15548	6444	-2247	4620	5072
916	-1360	15872	6204	-2056	4317	5599
917	-1164	15996	6380	-1827	4922	6259
918	-984	16256	6420	-1724	5586	6661
919	-952	16508	6640	-1899	5305	7084
920	-856	16492	6660	-2169	4152	7452
921	-740	16400	6640	-2482	3316	7754
922	-708	15804	6400	-2542	3150	8000
923	-912	15424	6284	-2593	3306	8370
924	-988	15188	6172	-2582	3228	8805
925	-1172	14988	6000	-2678	3174	8921
926	-1284	15088	6120	-2994	2775	9150
927	-1328	15264	6224	-3319	2445	9114
928	-1412	15480	6356	-3310	2453	9084
929	-1488	15616	6476	-3129	2455	8974
930	-1592	15508	6512	-3065	2916	8803
931	-1576	15324	6596	-3234	3450	8594
932	-1564	14988	6860	-3617	3363	8326
933	-1608	14872	6884	-3954	3454	8017
934	-1596	15272	6636	-4165	3189	7466
935	-1348	15904	6356	-4357	2899	6766
936	-976	16060	6216	-4335	-368	6325
937	-868	15852	6656	-4344	159	6102
938	-808	15244	6656	-4579	55	5881
939	-856	14668	6700	-4901	188	5089
940	-960	14176	6908	-5443	876	4490
941	-988	13772	7252	-5692	1715	3905
942	-1064	13728	7752	-5876	2427	3382
943	-864	13792	8072	-6211	3223	3168
944	-796	14000	7800	-6570	3281	2794
945	-700	14364	7580	-6846	3423	2613
946	-748	14804	7524	-7011	4595	2396

947	-720	15056	7640	-7037	4551	2221
948	-748	15004	7636	-6942	3875	2012
949	-476	15032	7756	-6853	2762	1787
950	-476	15024	7792	-7004	1908	1712
951	-484	15028	7928	-7469	1309	1369
952	-516	14664	7448	-8105	705	1056
953	-556	14416	7448	-8624	236	839
954	-712	14288	7136	-8915	266	793
955	-724	14376	7076	-9028	766	842
956	-668	14692	6692	-8904	1191	851
957	-612	15020	6488	-8906	1250	867
958	-596	15312	6572	-8742	937	836
959	-608	15432	6752	-8777	655	838
960	-700	15456	6728	-8744	691	740
961	-544	14936	6936	-8673	367	825
962	-436	14284	7140	-8459	-200	685
963	-256	14092	7052	-8126	-648	506
964	-340	13940	6944	-7469	-561	461
965	-244	14296	6748	-6933	-106	565
966	-252	14656	6700	-6345	552	646
967	-364	14752	6744	-6086	1139	718
968	-232	14480	6624	-5719	1541	747
969	-292	14412	6848	-5289	1868	781
970	-356	14268	6856	-4906	2089	766
971	-516	13832	7296	-4446	2214	713
972	-576	13724	7020	-3899	2614	740
973	-608	13904	6908	-3418	2395	839
974	-708	14044	6936	-3239	1788	991
975	-732	14468	6936	-2576	902	1155
976	-820	14772	6832	-2007	86	1398
977	-948	14920	6840	-1000	-591	1701
978	-1128	14936	6852	-670	-1304	2061
979	-1104	14672	6840	-464	-1692	2434
980	-924	14328	6728	-230	-1699	2624
981	-784	14288	6800	400	-1201	2758
982	-608	14376	6992	838	-1104	2922
983	-460	14500	6948	1287	-1095	3044
984	-372	14888	6880	1796	-763	3177
985	-280	15248	6888	2138	-514	3253
986	-40	15616	6904	2509	-295	3447
987	108	15872	6956	2881	-80	3456
988	428	15700	6808	3171	242	3465
989	396	15656	6932	3523	757	3354
990	284	15504	6800	3933	639	3253
991	180	15368	6700	4440	326	3257
992	144	15404	6656	4827	113	3197
993	260	15104	6808	5151	-134	2959
994	232	14800	6668	5358	149	2468
995	388	14760	6712	5572	196	1877
996	288	14880	6668	5615	170	1187

997	304	15264	6708	5733	57	566
998	268	15280	6676	5943	-41	268
999	180	15084	6644	6312	-362	-99
1000	168	15160	6848	6696	155	-694
1001	64	15172	6780	6912	-405	-1628
1002	68	15388	6656	7029	-633	-2531
1003	24	15364	6584	7384	-932	-3255
1004	156	15168	6628	7516	-1529	-3737
1005	136	15140	6572	7513	-1502	-4078
1006	128	15200	6796	7575	-2054	-4520
1007	252	15300	6860	7515	-2951	-4727
1008	196	15292	6784	7355	-3560	-5196
1009	148	15396	6704	7184	-3565	-5709
1010	168	15776	6756	7219	-3310	-6386
1011	128	15720	6552	7524	-3082	-6735
1012	120	17116	6684	7902	-2701	-6668
1013	-24	15612	6648	7993	-2391	-6565
1014	-120	15636	6672	7865	-2201	-6512
1015	-152	15492	6652	7648	-2128	-6636
1016	-76	15164	6720	7188	-1448	-6822
1017	-40	15096	6692	6809	-506	-6979
1018	-104	14956	6880	6672	321	-7224
1019	-112	15060	6728	6802	415	-7405
1020	28	15080	6724	6483	518	-7369
1021	52	15120	6788	6159	357	-7116
1022	-28	15096	6816	5991	490	-6865
1023	-136	15068	6624	5607	1659	-6668
1024	-120	15024	6580	5077	1680	-6598
1025	-68	14716	6736	4626	2220	-6377
1026	-152	15116	6696	4421	1334	-5692
1027	-160	15140	6692	4388	-348	-4115
1028	-108	14824	6644	4209	-2951	-4694
1029	-120	14652	6844	3885	-2711	-4362
1030	-36	14492	6900	3777	-2657	-4711
1031	228	14532	6748	3592	-2689	-4975
1032	236	14756	6700	3180	-1993	-5095
1033	484	14872	6852	2894	-1011	-4915
1034	684	14816	6876	2877	-1205	-4790
1035	760	14708	6784	2938	-1899	-4637
1036	736	14656	6720	2940	-2306	-4432
1037	716	14828	6832	2703	-2587	-4187
1038	736	14996	6704	2266	-2185	-3797
1039	548	14868	6588	2167	-1299	-3513
1040	528	14644	6652	2200	-139	-3013
1041	348	14700	6768	2350	900	-2641
1042	676	14904	6640	2412	1096	-2274
1043	708	15000	6632	2396	-194	-2012
1044	704	14892	6944	2243	-1395	-1567
1045	844	14672	6748	2216	-1864	-1126
1046	556	14704	6760	2354	-1572	-808

1047	524	14560	6796	2387	-993	-569
1048	312	14504	6876	2309	-912	-430
1049	-36	14452	6900	2280	-1077	-256
1050	-480	14540	7264	2303	-1374	-117
1051	-772	14464	6780	2284	-1762	129
1052	-1000	14560	6756	1863	-2004	180
1053	-1192	14736	6428	1485	-2033	261
1054	-1460	15172	6512	1135	-1696	369
1055	-1836	15140	6524	917	-1182	450
1056	-2292	15060	6436	729	-769	552
1057	-2560	15108	6680	487	-575	602
1058	-2456	15192	6720	220	-471	665
1059	-2204	15412	6736	-71	-371	695
1060	-2044	15276	6868	-327	-410	728
1061	-2040	15296	6912	-493	-475	819
1062	-1904	15124	6988	-677	-465	905
1063	-1876	15120	6784	-772	-64	1026
1064	-1812	15136	6708	-794	527	1093
1065	-1524	15232	6696	-955	962	993
1066	-1512	15160	6756	-1077	1139	1034
1067	-1384	15308	6780	-1028	1082	1097
1068	-1504	15104	6828	-858	910	1177
1069	-1700	14936	7000	-745	1019	1310
1070	-1804	14948	6764	-800	1031	1500
1071	-1864	14880	7020	-1035	972	1918
1072	-2000	14664	7136	-1283	848	2251
1073	-1996	14540	7168	-1317	896	2622
1074	-1852	14600	7136	-1109	867	2996
1075	-1520	14760	7176	-1104	905	3368
1076	-1512	14980	7176	-1208	1158	3759
1077	-1176	14992	6912	-1315	1336	4315
1078	-1116	15060	6588	-1292	1714	4873
1079	-848	14920	6944	-1197	1774	5533
1080	-248	14916	6788	-1098	1469	6221
1081	576	14756	6644	-1204	1158	6844
1082	1580	14508	6520	-1535	585	7313
1083	2248	14400	6252	-1760	-204	7708
1084	2248	14452	6184	-1917	-1066	8060
1085	2252	14872	6004	-2122	-1430	8425
1086	1748	15104	5656	-2288	-535	8816
1087	1052	14996	5336	-2474	998	9121
1088	256	15028	5304	-2551	2656	9501
1089	-164	15112	4908	-2510	3550	9600
1090	-732	15208	4580	-2515	3050	9776
1091	-1296	15396	4508	-2597	1358	9871
1092	-1956	15516	4532	-2918	-301	9666
1093	-2424	15408	4336	-3329	-753	9290
1094	-2588	15284	4720	-3574	-166	8748
1095	-2224	15240	4884	-3661	821	8052
1096	-1884	15160	5464	-3508	1258	7482

1097	-1444	15232	5704	-3264	947	6989
1098	-988	15064	5852	-2962	26	6344
1099	-616	14868	6064	-2635	-1079	5726
1100	-420	14688	5840	-2749	-372	5226
1101	-44	14868	5644	-2797	385	4747
1102	140	14948	5708	-2849	1378	4220
1103	172	15116	5688	-2763	1992	4059
1104	-96	15212	5716	-2709	2105	3593
1105	-360	15092	5848	-2554	1521	3037
1106	-632	15136	6004	-2468	1184	2768
1107	-588	15144	6276	-2401	1549	2636
1108	-540	15248	6492	-2323	2167	2515
1109	-436	15236	6812	-2186	2727	2310
1110	-248	15180	7112	-1982	3309	1924
1111	-168	15104	6992	-1919	4317	1843
1112	40	14900	7164	-2325	4571	1731
1113	68	14612	7064	-2715	4907	1593
1114	-76	14800	7320	-2673	4248	1646
1115	-136	14988	7324	-2431	3899	1743
1116	-252	15028	7248	-2331	4151	1695
1117	-644	14952	7404	-2331	4445	1605
1118	-976	14720	7672	-2477	4551	1477
1119	-1168	14768	7844	-2933	4591	1478
1120	-1384	14768	7696	-3188	4690	1766
1121	-1428	14808	7768	-3404	4518	2023
1122	-1340	14796	7812	-3419	3995	2268
1123	-720	15024	7688	-3391	3651	2248
1124	-404	15176	7876	-3314	3784	2036
1125	-104	15324	8024	-3413	4188	1856
1126	400	15216	8144	-3731	4195	1613
1127	668	15244	7888	-4021	1287	1425
1128	920	15500	7264	-4098	2596	1093
1129	1016	15648	7080	-4142	2716	850
1130	896	15820	7524	-3801	3401	725
1131	872	15544	7348	-3440	3906	544
1132	584	15364	7332	-3306	4555	156
1133	340	15032	7320	-3283	5353	-196
1134	180	14928	7584	-3249	6039	-504
1135	16	14920	8080	-3595	6363	-744
1136	-204	14940	8352	-3145	5794	-935
1137	-172	14864	8868	-2852	6013	-1165
1138	-348	14936	9156	-2596	5354	-1496
1139	-312	14848	9592	-2531	5429	-1727
1140	-372	14928	9420	-2407	5710	-1794
1141	-328	15084	8896	-2293	5540	-1819
1142	-236	15020	8800	-2161	5280	-1827
1143	-364	15084	8696	-1945	4520	-1808
1144	-432	14952	8508	-1612	3691	-1858
1145	-352	14920	8140	-1161	3088	-1964
1146	-444	15036	7980	-989	2603	-1976

1147	-776	15124	7940	-833	2347	-1831
1148	-956	15232	8092	-672	2267	-1582
1149	-1076	15332	8152	-578	2305	-1165
1150	-1036	15372	7808	-437	2388	-742
1151	-768	15388	7112	-229	2460	-335
1152	-404	15164	7360	-24	2187	55
1153	-144	14964	8068	249	1850	268
1154	112	14860	8468	424	1374	410
1155	136	14844	8208	586	955	511
1156	120	14812	7768	809	643	542
1157	304	14908	7332	1012	289	536
1158	396	14916	6992	1222	-2	531
1159	652	14936	7236	1377	-102	317
1160	740	14908	6972	1486	37	37
1161	860	14672	7304	1564	73	-292
1162	1136	14600	7640	1512	94	-563
1163	1192	14756	7860	1354	-151	-753
1164	1248	15032	7588	1161	-474	-831
1165	1476	15212	7084	1085	-652	-825
1166	1464	15136	7076	938	-291	-1161
1167	1516	14944	6592	985	332	-1468
1168	1388	14672	6404	1149	796	-1866
1169	1368	14524	6160	1229	852	-2263
1170	1296	14464	5976	1422	679	-2682
1171	1168	14540	5908	1708	434	-3140
1172	908	14844	5896	1920	433	-3554
1173	836	14900	6460	2206	369	-3959
1174	912	14876	6792	2431	324	-4252
1175	1036	15032	7136	2505	591	-4427
1176	880	15020	7268	2598	950	-4766
1177	776	15084	7100	2760	1424	-5157
1178	512	15236	7024	3090	1683	-5686
1179	240	15204	6856	3475	1274	-6000
1180	0	15292	6840	3936	360	-6117
1181	24	15228	6784	4543	-781	-6122
1182	36	15144	7004	4994	-1787	-5878
1183	116	15048	6904	5189	-2198	-5780
1184	168	15216	6908	5163	-2170	-5896
1185	140	15412	6604	5095	-2414	-5980
1186	36	15504	6536	5218	-3125	-5918
1187	-28	15536	6656	5492	-2915	-5901
1188	8	15436	6700	5843	-2818	-5902
1189	112	15496	6640	6163	-3483	-5806
1190	-52	15660	6756	6393	-3967	-6016
1191	-76	15652	6576	6331	-4153	-6302
1192	-76	15568	6724	6089	-4122	-6378
1193	-132	15448	6984	5925	-4214	-6465
1194	-220	15472	6876	6180	-4562	-6588
1195	-316	15756	7072	6153	-5256	-6838
1196	-220	16068	6840	6143	-5572	-7343

1197	-172	16228	6760	6283	-5252	-8015
1198	-68	16100	6668	6357	-4858	-8141
1199	-20	15816	6544	6416	-4699	-9181
1200	144	15640	6452	6211	-4907	-9382
1201	276	15584	6572	5953	-4981	-9751
1202	324	15668	6692	5596	-4381	-10038
1203	240	15688	6900	5294	-3112	-10224
1204	88	15880	6888	5062	-1213	-10742
1205	-212	16000	6872	4771	-1410	-10665
1206	-464	16028	7360	4706	-1590	-10554
1207	-732	15896	7344	4623	-4419	-10210
1208	-924	15636	7252	4642	-6587	-9496
1209	-1116	15052	7372	4571	-7853	-8888
1210	-1188	14688	7224	4348	-6379	-8454
1211	-1124	14416	7108	4166	-5292	-7879
1212	-1192	14088	7064	4186	-3280	-7017
1213	-988	13700	6944	4097	-2122	-6402
1214	-1232	13312	7536	3997	-1989	-5575
1215	-1112	13204	7640	3942	-3310	-4687
1216	-1324	13116	4712	3955	-5497	-4051
1217	-1140	12888	6708	3861	-6958	-3401
1218	-1392	13112	8464	3917	-7012	-2727
1219	-1452	13388	7528	3948	-5896	-2174
1220	-1532	14188	7304	3830	-4308	-1511
1221	-1592	15488	7220	3616	-2826	-744
1222	-1556	16508	7292	3403	-2308	-51
1223	-1536	16792	7472	3243	-3370	519
1224	-1424	16556	7812	3095	-4761	1069
1225	-1336	16392	7992	3039	-5015	1722
1226	-1208	15716	7896	2983	-3996	2480
1227	-1020	14728	7588	3048	-2536	3364
1228	-820	13848	7896	3148	-1097	4202
1229	-864	13256	7968	3209	-1040	5021
1230	-824	13248	7812	3082	-1670	5917
1231	-948	13364	7948	3019	-2637	6839
1232	-1020	13888	8280	2940	-3119	7691
1233	-980	14112	8696	2919	-2565	8589
1234	-928	14616	8704	2677	-1170	9406
1235	-952	14936	8628	2393	633	10127
1236	-796	15568	8260	2072	1535	10849
1237	-636	15772	8056	1825	766	11385
1238	-668	15752	8156	1519	-262	11862
1239	-536	15168	8052	1209	-1454	12313
1240	-488	14672	7968	922	-2215	12599
1241	-516	14180	7936	718	-1618	12846
1242	-328	13964	7900	422	-487	13192
1243	-368	13808	7928	238	796	13328
1244	-356	13664	7788	26	1558	13386
1245	-280	13696	7688	-117	1954	13296
1246	-180	14108	7576	-248	1892	13047

1247	-172	14728	7528	-456	1566	12798
1248	-36	15160	7612	-676	1228	12340
1249	-196	15592	7688	-949	1167	12262
1250	-112	15712	7516	-1223	1066	11509
1251	-164	15396	7600	-1468	1027	10323
1252	-160	15276	7584	-1602	901	9690
1253	-196	15144	7636	-1501	952	8883
1254	-24	15096	7884	-1397	1032	8018
1255	-40	15076	7680	-1380	803	7335
1256	-56	15292	7528	-1599	186	6570
1257	-24	15432	7732	-1904	53	6004
1258	-84	15496	7328	-2164	126	5387
1259	-204	15516	7604	-2264	563	4723
1260	-264	15336	7500	-2390	1295	4174
1261	-320	14864	7784	-2550	1713	3693
1262	-388	14580	7668	-2755	1081	3275
1263	-572	14416	7692	-2854	191	2759
1264	-624	14616	7408	-2910	8	2277
1265	-556	14828	7628	-2829	336	1594
1266	-700	15348	7532	-2930	1278	1011
1267	-640	15232	7436	-3320	2191	377
1268	-584	15124	7288	-3588	2507	-37
1269	-648	15200	7084	-3634	2291	-530
1270	-508	15396	7096	-3650	2049	-942
1271	-312	14812	6940	-3674	1645	-1243
1272	-332	14712	7152	-3814	1388	-1339
1273	-168	14700	6976	-3898	1564	-1223
1274	-56	14960	6972	-3789	1932	-1003
1275	48	15232	7076	-3516	1583	-585
1276	-4	15512	7176	-3463	1368	-291
1277	32	15652	7040	-3488	1078	113
1278	-64	15996	6964	-3668	1272	131
1279	-60	16024	7040	-3857	1723	251
1280	-176	16052	7316	-3720	1759	390
1281	-128	15840	7220	-3299	1774	640
1282	-216	16176	7208	-3025	1500	926
1283	-256	15232	7200	-3124	1335	1200
1284	-288	15180	7328	-3247	1168	1348
1285	-372	15208	7292	-3382	629	1359
1286	-448	15120	7608	-3514	608	1486
1287	-424	15308	7564	-3551	941	1495
1288	-476	15444	7584	-3260	2040	1493
1289	-492	15320	7664	-2895	2721	1451
1290	-488	15132	7460	-2944	2703	1326
1291	-432	14972	7348	-2811	1894	1298
1292	-404	14796	7400	-2670	1495	1267
1293	-236	14804	7412	-2405	1930	1415
1294	-120	14776	7340	-2179	2302	1566
1295	32	14944	7480	-2160	2596	1785
1296	156	15112	7412	-2335	2917	1961

1297	212	15356	7208	-2503	2623	2051
1298	396	15284	7216	-2760	3599	2069
1299	396	15052	7124	-2782	4546	1956
1300	572	14976	7328	-2645	5111	1819
1301	724	14792	7304	-2684	5498	1663
1302	728	14648	7332	-2738	4768	1245
1303	692	14912	7452	-3068	3399	835
1304	612	14880	7292	-3093	3563	416
1305	636	14872	7244	-3348	3977	-98
1306	624	14948	7572	-3770	4016	-528
1307	564	15012	7432	-3997	4480	-942
1308	492	15112	7252	-4389	4539	-1334
1309	548	14764	7360	-4999	2882	-1645
1310	552	14508	7240	-5607	1224	-1763
1311	596	14064	7284	-5714	860	-2262
1312	724	14272	7328	-5447	1894	-2987
1313	692	14540	7312	-5589	2897	-3554
1314	652	14620	7224	-5109	3300	-3868
1315	640	14648	7168	-4699	1443	-3884
1316	536	14620	7260	-4825	3000	-3793
1317	580	14540	6968	-4539	2784	-3579
1318	716	14684	7184	-5088	3681	-3667
1319	500	14944	7136	-5639	3864	-3997
1320	312	15104	7304	-5993	4302	-4438
1321	160	15308	6988	-6080	4558	-4757
1322	416	15360	7084	-5826	4521	-4631
1323	432	15216	7156	-5388	3982	-4632
1324	560	15216	7016	-5006	3467	-4681
1325	796	15100	7072	-4318	3138	-4873
1326	696	15200	7036	-3814	2990	-5085
1327	636	15140	7084	-3443	3149	-5280
1328	600	15304	7148	-3368	2927	-5459
1329	396	15392	6960	-3225	2195	-5597
1330	104	15076	6984	-3040	1750	-5554
1331	-132	14792	6832	-2593	1684	-5699
1332	-236	14576	6668	-2198	2089	-6013
1333	-456	14588	6864	-1782	2594	-6281
1334	-756	14348	6796	-1379	2683	-6375
1335	-848	14324	7072	-1095	2034	-6545
1336	-1160	14496	6956	-860	1195	-6741
1337	-1492	14692	6828	-647	682	-7078
1338	-1632	15000	6776	-503	580	-7514
1339	-1748	15172	6776	-501	654	-8039
1340	-1860	15344	6768	-406	647	-7949
1341	-1656	15288	6600	-338	435	-9089
1342	-1672	15488	6872	-150	420	-9394
1343	-1460	15444	6804	-7	478	-9814
1344	-1280	15252	6932	99	440	-10100
1345	-1216	14940	6988	199	289	-10256
1346	-972	14880	6848	313	244	-10433

1347	-900	14796	6824	363	347	-9876
1348	-760	14868	7100	436	494	-9458
1349	-920	14908	6836	655	548	-9020
1350	-1036	15040	6688	850	519	-8358
1351	-1464	15232	6700	1024	197	-7463
1352	-2020	15088	6708	1327	-130	-6626
1353	-2212	15224	6820	1527	-323	-5914
1354	-2092	15056	6788	1914	-703	-5284
1355	-1968	14980	6616	2439	-1145	-4877
1356	-1780	14864	6732	2846	-1644	-4508
1357	-1508	14980	6784	3282	-1818	-4133
1358	-1552	15068	6900	3671	-1611	-3495
1359	-1484	15056	6976	4120	-1477	-2825
1360	-1320	15112	6984	4464	-1604	-2084
1361	-1044	15200	6716	4636	-1967	-1537
1362	-608	15036	6836	4929	-2322	-1164
1363	-116	15000	6828	5110	-2422	-686
1364	324	15168	6736	5419	-2284	-347
1365	680	15096	6796	5791	-2338	81
1366	816	14984	6848	6166	-2868	373
1367	796	14948	6768	6415	-3642	748
1368	644	14916	6712	6552	-4007	1158
1369	432	14880	6660	6440	-4364	1603
1370	316	15204	6688	6349	-4063	2102
1371	412	15352	6756	6197	-3506	2557
1372	268	15248	6744	6173	-3022	3039
1373	56	15344	6712	6031	-2784	3506
1374	8	15192	6876	6231	-2872	4045
1375	-524	15096	6624	6017	-3190	4729
1376	-1172	15024	6784	5449	-3882	5294
1377	-1864	14948	6804	5147	-4291	5817
1378	-2344	15064	6752	4467	-4477	6211
1379	-2796	14996	6824	4063	-4091	6661
1380	-3160	15264	6596	4011	-3711	7161
1381	-3084	15196	6520	4044	-2353	7657
1382	-2580	15336	6656	4142	-1926	8376
1383	-1836	15260	6552	4033	-2208	9027
1384	-872	15160	6700	3907	-2772	9607
1385	-500	14980	6924	3885	-3214	10010
1386	-284	14844	6800	3762	-3059	10341
1387	-184	14984	6688	3501	-2317	10496
1388	-444	15164	6856	3356	-1470	10557
1389	-548	15308	6868	3172	-876	10560
1390	-660	15268	6544	2797	-1582	10733
1391	-836	15096	6820	2694	-4377	10790
1392	-980	14768	6908	2845	-5888	10990
1393	-956	14840	6888	2851	-5289	10621
1394	-488	14908	6896	2664	-4230	11245
1395	-264	14844	6796	2629	-3206	10920
1396	-160	14880	6936	2780	-2362	10139

1397	-84	14948	7020	2938	-2016	9301
1398	-100	14924	7248	3178	-2497	8950
1399	-72	14968	7232	3003	-3032	8336
1400	-164	14948	7324	2561	-2838	7596
1401	-404	15136	7176	2347	-2071	6981
1402	-628	15268	7260	2431	-1497	6316
1403	-860	15372	7268	2536	-2180	5733
1404	-1160	15132	7368	2770	-3282	4327
1405	-1272	15024	7372	2827	-4144	3684
1406	-1276	14904	7484	2724	-4329	3214
1407	-1112	14856	7128	2690	-3855	2743
1408	-1252	14776	7180	2783	-3239	2592
1409	-1264	14832	7068	2801	-2781	2339
1410	-1060	14940	6980	2648	-2239	1931
1411	-788	14900	7056	2447	-1985	1209
1412	-688	14864	7088	2140	-1794	560
1413	-272	14896	7092	2361	-1219	97
1414	76	15100	7220	2533	-661	-469
1415	252	15288	7120	2640	-262	-1043
1416	296	15220	7192	2568	-188	-1333
1417	64	15280	7092	2401	-456	-1333
1418	-12	15460	7180	1929	-684	-1367
1419	-436	15180	7064	1626	-970	-1621
1420	-692	15352	7132	1494	-1442	-2036
1421	-980	15216	7064	1525	-1848	-2190
1422	-1088	15068	7032	1627	-1632	-1882
1423	-1196	14884	6872	1708	-1204	-1481
1424	-1304	14840	6780	1536	-801	-1094
1425	-980	14928	6896	1314	-664	-648
1426	-744	15052	6608	1096	-662	-367
1427	-548	15408	6664	766	-697	-393
1428	-316	15460	6852	620	-660	-235
1429	-184	15524	6996	659	-492	-107
1430	-116	15208	6976	561	-12	124
1431	268	15004	6800	452	320	457
1432	456	14796	6812	175	432	772
1433	452	14736	6588	-72	374	964
1434	316	14756	6540	-247	275	1092
1435	180	14872	6480	-264	369	1235
1436	164	15040	6684	-115	646	1312
1437	-176	15164	6768	-138	891	1306
1438	-220	15208	6936	-206	1219	1331
1439	-112	15424	6752	-235	1578	1120
1440	-100	15732	6932	-180	1890	1022
1441	48	15676	7000	-235	2208	759
1442	120	15692	6960	-397	2317	559
1443	120	15800	6664	-725	2461	393
1444	72	15524	6752	-1076	2604	291
1445	156	15324	6832	-1220	2640	295
1446	168	15100	7056	-1408	2852	231

1447	388	15096	7496	-1617	3371	80
1448	544	15252	7308	-1811	3529	-34
1449	700	15292	7088	-1924	3649	-179
1450	1116	15320	6912	-1946	3325	-375
1451	1252	15464	6696	-1878	2731	-648
1452	1428	15484	6624	-1879	2105	-804
1453	1248	15660	6864	-2153	1721	-866
1454	1428	15812	6592	-2463	1700	-1094
1455	1360	16120	6540	-2639	2119	-1548
1456	1192	16500	6716	-2667	2319	-2158
1457	1212	16648	6832	-2501	2261	-2552
1458	1120	16524	6784	-2283	1771	-3144
1459	1168	16024	7008	-2416	1256	-3593
1460	1428	15640	6880	-2670	1013	-4144
1461	1324	15448	7020	-2853	1294	-4925
1462	1344	15396	6784	-2872	1502	-5785
1463	1288	15608	6768	-2518	1456	-6421
1464	1036	15408	6688	-2337	1281	-7191
1465	828	15400	6576	-2425	1114	-7564
1466	588	15576	6708	-2501	973	-7952
1467	480	15400	6488	-2510	1309	-8394
1468	180	15280	6360	-2422	1959	-8959
1469	168	15276	6324	-2275	2325	-9562
1470	168	15220	6152	-2309	2713	-10085
1471	128	14404	6060	-2367	2551	-10482
1472	132	13224	5836	-2427	2672	-10561
1473	172	12844	5528	-2108	3672	-10571
1474	44	13288	5488	-1755	4318	-10703
1475	-84	13088	5516	-1615	4954	-11056
1476	-204	13016	5448	-1428	5195	-11365
1477	-232	13348	5728	-1471	4572	-11306
1478	-432	14072	5816	-1588	4410	-11031
1479	-576	14848	6108	-1621	4986	-10608
1480	-488	15276	6232	-1552	5713	-10344
1481	-408	15696	6064	-1334	6055	-10142
1482	-328	16008	6132	-1129	5065	-9866
1483	-124	16024	5924	-984	3875	-9341
1484	-320	15516	6044	-1112	3572	-8846
1485	-172	14692	5916	-1416	4308	-8616
1486	12	14324	5872	-1705	4446	-8256
1487	-28	14152	6076	-1890	4540	-8170
1488	100	14024	6048	-1961	5130	-7844
1489	376	13828	6156	-1876	4654	-7298
1490	584	14064	6708	-1902	3629	-6875
1491	684	14652	6944	-2086	2576	-6702
1492	812	15144	7076	-2394	2356	-6380
1493	440	15272	6988	-2580	2311	-6017
1494	164	14876	7152	-2554	2238	-5420
1495	-104	14672	6976	-2423	1709	-4810
1496	-456	14528	6988	-2113	801	-4124

1497	-644	14584	7060	-2908	133	-3475
1498	-752	14716	7200	-2898	-175	-2840
1499	-820	15048	7664	-2807	95	-2304
1500	-952	15164	7824	-2781	-803	-1710
1501	-892	15256	7824	-2937	1119	-1037
1502	-844	14988	7572	-2737	1689	-290
1503	-908	14392	7680	-2677	2563	371
1504	-1108	14212	7992	-2667	3458	1018
1505	-1284	14452	7880	-2656	3680	1716
1506	-1700	14752	7828	-2794	3742	2396
1507	-1964	15188	8388	-2759	3381	3073
1508	-2108	15756	8688	-2804	3606	3717
1509	-2004	16100	8644	-2847	4531	4412
1510	-1788	16548	7996	-2852	4761	5299
1511	-1720	16496	7348	-2808	3907	6055
1512	-1396	16284	7296	-2959	3168	6869
1513	-1216	15892	7556	-3238	2301	7591
1514	-1076	15460	7756	-3404	1935	8305
1515	-940	15096	8076	-3498	1990	9001
1516	-848	14884	8256	-3452	2303	9632
1517	-840	14756	8268	-3384	2315	10326
1518	-856	14484	8180	-3253	1761	10818
1519	-1060	14096	8244	-3214	1430	11305
1520	-1024	13884	8416	-3623	756	11840
1521	-1192	14164	8504	-3986	1236	12051
1522	-1404	14168	8316	-4241	1359	12135
1523	-1492	14520	8012	-4529	2108	12354
1524	-1604	14836	8176	-4631	3149	12299
1525	-1588	15244	8056	-4625	4108	12249
1526	-1656	15636	7932	-4507	4483	12171
1527	-1596	15712	7952	-4302	4189	12282
1528	-1532	15564	7772	-4009	3222	11996
1529	-1432	15468	7584	-3875	2620	11557
1530	-1244	15356	7492	-4345	2543	11855
1531	-992	15256	7496	-4118	2161	10663
1532	-852	15248	7440	-4608	1436	10039
1533	-816	15256	7192	-4860	593	9084
1534	-620	15356	7332	-4915	-176	8427
1535	-480	15196	7292	-4815	-569	7587
1536	-368	15184	7716	-4586	-713	6903
1537	-332	14948	8148	-4320	-763	6444
1538	-288	15020	8548	-3958	-780	5941
1539	-416	14936	8444	-3706	-787	5438
1540	-488	14748	8232	-3406	-708	4912
1541	-728	14836	7416	-3231	-684	4627
1542	-608	14864	6904	-3130	-460	4183
1543	-672	14860	6480	-2877	-300	3592
1544	-860	15080	6344	-2530	-390	3139
1545	-928	15032	6516	-2139	-448	2570
1546	-908	15140	6536	-1792	-290	2130

1547	-1068	15056	6448	-1435	-530	1945
1548	-1196	15016	5924	-1284	-1119	2139
1549	-1204	14784	6172	-1090	-1464	2370
1550	-1340	14952	5792	-767	-1641	2469
1551	-1168	15224	5636	-417	-1483	2312
1552	-752	15312	6148	63	-1722	2071
1553	-500	15216	6400	546	-1355	2100
1554	-192	15268	6528	1006	-1392	2183
1555	172	15280	6504	1365	-2318	2576
1556	128	14968	6528	1762	-2979	2713
1557	344	14784	6540	2134	-3313	2492
1558	408	14628	6536	2352	-3370	2314
1559	352	14308	6296	2575	-3207	2135
1560	448	14240	6096	2836	-2830	1992
1561	280	14292	6516	3334	-2359	1811
1562	244	14352	6696	3852	-2521	1647
1563	184	14628	6452	4518	-2946	1612
1564	144	14644	6520	5179	-2777	1402
1565	128	14708	6348	5859	-2556	1275
1566	16	14900	6208	6162	-2440	922
1567	8	15020	6264	6246	-2245	687
1568	108	15316	6192	6278	-2057	573
1569	224	15376	6268	6396	-2154	535
1570	184	15496	6260	6637	-2346	595
1571	276	15524	6684	6946	-2329	555
1572	196	15488	7116	7020	-2942	520
1573	240	15176	6880	7174	-3596	451
1574	144	14904	7004	7301	-3926	382
1575	140	14672	7048	7056	-3215	380
1576	28	14760	6948	7006	-1920	388
1577	-44	14840	6528	7098	-1288	391
1578	-12	15236	6584	7325	-645	346
1579	-12	15336	6756	7353	391	351
1580	-36	15276	6740	7321	263	377
1581	-24	15216	6776	7194	-546	386
1582	-92	14860	6792	6964	-815	487
1583	-4	14824	6788	6690	-185	686
1584	80	14640	6520	6133	203	922
1585	140	14716	6748	5373	547	1124
1586	188	14748	6680	4872	967	1331
1587	608	14588	6812	4724	1510	1446
1588	548	14384	6572	4665	1700	1464
1589	400	14212	6764	4621	947	1381
1590	424	14356	6868	4656	-573	1128
1591	296	14628	7320	4352	-2064	786
1592	392	14968	7388	3676	-2449	317
1593	388	15080	7120	3216	-1809	-287
1594	596	15596	7092	2711	-816	-900
1595	556	15408	7224	2545	45	-1229
1596	676	15132	7636	2734	381	-1544

1597	620	14832	7592	2809	355	-1867
1598	652	14880	7584	2673	27	-2494
1599	768	14808	7756	2529	-195	-3298
1600	800	14740	7720	2446	-9	-4256
1601	812	14828	7784	2353	264	-5254
1602	716	14904	8000	2283	778	-6246
1603	816	14840	8140	2235	1073	-6946
1604	780	14756	7848	2277	1283	-7465
1605	820	14888	7692	2362	1267	-8066
1606	688	15060	7552	2478	243	-8521
1607	720	15260	7352	2516	-646	-8582
1608	716	15420	7316	2496	-1143	-8618
1609	648	15272	7384	2504	-1050	-8772
1610	580	15224	7456	2571	-571	-8912
1611	684	15332	7508	2358	-566	-8962
1612	544	15480	7472	1995	-705	-9050
1613	500	15340	7788	1628	-1158	-9338
1614	472	15344	7872	1287	-1764	-9486
1615	216	15268	7776	926	-1562	-9603
1616	272	14964	7384	668	-1005	-9507
1617	140	14908	7340	569	-362	-9146
1618	372	14908	7272	289	104	-8985
1619	552	14956	7424	197	515	-9014
1620	596	15156	6944	162	824	-9049
1621	716	15320	7040	245	609	-8987
1622	456	15412	6840	288	248	-8830
1623	76	15368	6820	134	2	-8900
1624	-36	15528	6880	-145	18	-8664
1625	-568	15492	6916	-441	278	-8408
1626	-716	15368	6892	-625	552	-8514
1627	-776	15336	6924	-552	786	-8292
1628	-768	15360	6808	-515	973	-8266
1629	-1120	15316	6928	-575	1047	-7876
1630	-1548	15188	6824	-694	1184	-7070
1631	-1880	14836	6824	-832	1375	-6488
1632	-1784	14620	6832	-1134	1308	-6067
1633	-1508	14836	7004	-1410	994	-5628
1634	-1240	14924	7016	-1656	547	-5269
1635	-1456	14964	7048	-1437	249	-5068
1636	-1748	15004	6912	-1149	261	-4724
1637	-1588	15180	7032	-926	366	-4378
1638	-1300	15160	6972	-889	313	-4004
1639	-1212	15096	6848	-970	223	-3550
1640	-1340	15028	7240	-1278	169	-3130
1641	-1608	15040	7320	-1367	35	-2642
1642	-1800	15268	7320	-1240	105	-2364
1643	-2020	15120	7260	-1010	304	-2146
1644	-2216	14968	7236	-1008	314	-1803
1645	-2140	15128	7236	-1118	86	-1441
1646	-1976	14988	7432	-1345	-103	-883

1647	-1532	14980	7496	-1499	-87	-343
1648	-1276	15128	7348	-1526	-108	293
1649	-1424	14896	7072	-1578	555	783
1650	-1688	15048	7296	-1641	1570	1352
1651	-1812	14868	7132	-1926	2085	1934
1652	-1956	14852	7016	-2044	2072	2494
1653	-2132	15144	7220	-2200	1876	3014
1654	-2476	15184	7300	-2191	1294	3525
1655	-2608	14968	7252	-2470	650	3835
1656	-2712	15148	7108	-2852	473	4289
1657	-2980	15028	6908	-3117	452	4839
1658	-2920	15064	6984	-3136	885	5461
1659	-2552	15000	6960	-3023	1505	6229
1660	-2124	14812	7068	-2847	1631	6919
1661	-1364	14772	7156	-2930	1448	7641
1662	-836	15056	7088	-3102	642	8265
1663	-520	15152	7156	-3185	190	8860
1664	-112	15316	6948	-3327	345	9375
1665	196	15040	7060	-3301	729	9730
1666	500	14980	6980	-3048	924	10033
1667	544	14980	6808	-3045	792	10087
1668	412	14824	6900	-3425	374	9962
1669	172	14952	6864	-4053	-141	9740
1670	-140	15160	6900	-4480	-295	9496
1671	-384	15004	6692	-4726	453	9306
1672	-400	15152	6684	-4748	688	9292
1673	-924	15156	6428	-4738	895	9383
1674	-1948	15104	6384	-4865	892	8668
1675	-2836	14996	6552	-5175	627	9359
1676	-3260	14872	6588	-5565	930	8637
1677	-3164	14792	6932	-6040	803	7898
1678	-2808	14868	6768	-6436	458	7293
1679	-2672	14968	6924	-6283	68	6821
1680	-2212	14928	6756	-6141	-75	6182
1681	-1584	15276	6660	-6292	142	5393
1682	-840	15116	6456	-6788	1018	4942
1683	-360	15084	6564	-7209	2436	4346
1684	-232	14892	6380	-7450	3453	3712
1685	-156	14904	6316	-7600	3280	3158
1686	-132	14876	6108	-7682	3244	2477
1687	-248	14864	6356	-7429	3494	2545
1688	-244	14648	6272	-7422	3786	2177
1689	-196	14592	6208	-7609	3748	1951
1690	-452	14608	6436	-7690	2912	1580
1691	-488	14648	6412	-7566	2014	1203
1692	-556	14604	6468	-7262	1639	774
1693	-528	14780	6452	-7009	1692	223
1694	-460	14612	6680	-6914	1739	-141
1695	-372	14692	6780	-6270	580	-139
1696	-212	14560	6652	-6106	-1164	-70

1697	-280	14580	6480	-5905	-2492	-69
1698	-384	14500	6308	-5496	-2361	-71
1699	-396	14516	6388	-5108	-1609	-82
1700	-596	14424	6348	-4695	-959	-162
1701	-476	14508	6356	-4364	-415	82
1702	-472	14760	6408	-4207	286	447
1703	-352	15292	6268	-4209	1170	736
1704	-484	15652	6156	-4034	2546	881
1705	-728	15532	6352	-3739	3659	823
1706	-808	15276	6152	-3325	4002	611
1707	-848	15028	6200	-2929	3734	370
1708	-1164	15060	6308	-2318	3592	231
1709	-1216	14980	6392	-2089	3524	110
1710	-1236	15000	6164	-2875	3304	79
1711	-1084	15336	6436	-1448	2808	87
1712	-848	15664	6404	-590	2238	155
1713	-512	16332	6392	-868	1915	165
1714	-40	16672	6504	-696	1758	134
1715	-64	16868	6524	-630	1624	102
1716	140	16824	6276	-363	1602	162
1717	92	16524	6248	221	1879	274
1718	216	16180	6296	503	2388	349
1719	8	15908	6252	662	2758	403
1720	-88	15696	6232	801	2519	467
1721	32	15492	6232	1085	2215	692
1722	8	15304	6092	1343	2082	870
1723	-240	15132	6120	1566	1761	1087
1724	-328	15248	6244	1944	1186	1114
1725	-364	15276	6248	2176	843	1196
1726	-608	15168	6080	1752	875	1257
1727	-308	14908	6304	1684	1105	1284
1728	44	14764	6380	1725	1491	1326
1729	356	14336	6364	1738	1968	1433
1730	700	14348	6360	1697	2134	1785
1731	980	14376	6480	1678	1893	2293
1732	1064	14016	6604	1744	1364	2795
1733	1224	13812	6572	1856	850	3130
1734	1160	13728	6476	1857	611	3174
1735	1072	13916	6412	1919	459	3281
1736	964	14488	6404	2035	330	3228
1737	784	15096	6188	2294	207	3173
1738	656	16300	6168	2611	-454	3042
1739	444	16600	6448	2849	-1213	2661
1740	304	16772	6336	3059	-1732	2162
1741	228	16544	6532	3289	-1954	1606
1742	148	15812	6544	3583	-2042	1024
1743	48	14876	6276	3954	-1881	357
1744	80	14152	6368	4355	-1322	-148
1745	60	13780	6500	4770	-313	-696
1746	108	13356	6364	5051	271	-1421

1747	228	13060	6092	5418	280	-2532
1748	360	13068	5896	5456	-68	-3617
1749	444	13252	5672	5658	-396	-4567
1750	480	13752	5676	5832	-591	-5298
1751	560	14380	5740	6015	-946	-5929
1752	824	14816	5740	6338	-1624	-6500
1753	924	15040	6084	6749	-2236	-7228
1754	1028	15268	5908	7000	-2677	-7962
1755	1028	15564	6036	6968	-2719	-8383
1756	1344	15892	6092	6831	-2979	-9115
1757	1192	15992	6156	6519	-3197	-9577
1758	1028	15740	6116	6389	-3351	-9868
1759	1164	15704	6232	6407	-3113	-10253
1760	1120	15296	6236	6412	-2680	-10611
1761	872	14944	6460	6456	-2201	-11031
1762	456	14696	6736	6444	-2448	-11498
1763	64	14756	6504	6400	-3254	-12089
1764	-48	14668	6776	5934	-3435	-12693
1765	-132	14476	6588	5638	-3516	-12981
1766	-264	14296	6152	5291	-2940	-13285
1767	-160	14220	6052	5608	-1180	-13464
1768	264	14496	5872	5897	65	-13333
1769	352	14856	5432	6336	588	-12947
1770	388	15272	5236	6545	362	-12086
1771	140	15732	5092	6573	-1943	-11515
1772	-36	16112	4728	6232	-3549	-10980
1773	-112	16136	4536	5577	-4358	-10615
1774	-308	16128	3880	4901	-4362	-10142
1775	-404	15976	3772	4706	-2721	-9145
1776	-676	15812	3712	4866	-631	-8019
1777	-624	15620	3840	5112	1306	-6953
1778	-716	15660	4076	5185	1571	-6037
1779	-496	15520	4544	5101	-699	-5244
1780	-72	15328	5188	4747	-3167	-4601
1781	160	15076	5100	4283	-4678	-3854
1782	40	15072	4832	4386	-3794	-2952
1783	-64	15076	5216	3767	-2098	-2138
1784	-436	15008	5440	3613	-350	-1416
1785	-880	15072	4924	3632	616	-724
1786	-1248	15040	4876	3557	633	-159
1787	-1616	15088	4760	3524	-26	309
1788	-1736	15304	4716	3406	-1634	819
1789	-2028	15316	4236	3333	-3462	1385
1790	-1968	15436	4388	3110	-3989	1893
1791	-1824	15276	4436	2954	-3118	2393
1792	-1600	15368	4748	2911	-1301	2927
1793	-1204	15212	5112	2917	262	3461
1794	-1008	15564	5564	2746	776	3980
1795	-1156	15516	5848	2590	589	4473
1796	-1176	15372	5996	2501	505	5090

1797	-1344	15180	6108	2532	1009	5676
1798	-1720	14776	6072	2417	1399	6191
1799	-1880	14932	5984	2477	1474	6679
1800	-2140	14864	6408	2480	1059	7117
1801	-2264	15200	7224	2690	316	7619
1802	-2392	15300	7580	2852	-397	8098
1803	-1968	15492	7688	2733	-1084	8619
1804	-1620	15456	8100	2463	-1430	9117
1805	-1440	15216	7980	2109	-1119	9537
1806	-1404	15136	7324	1985	-1139	10011
1807	-1296	14924	7056	2087	-1435	10329
1808	-1272	15132	6840	2196	-1834	10481
1809	-1028	15208	6708	1958	-1847	10642
1810	-1100	15272	6820	1586	-1229	10729
1811	-1016	15092	6628	1130	-495	10787
1812	-1048	14816	6672	603	-38	10829
1813	-1120	14768	6704	254	-206	10756
1814	-1184	14908	6968	32	-431	10597
1815	-1104	15072	6984	-154	-596	10749
1816	-1056	15032	7240	-228	-340	10797
1817	-804	15248	7392	-272	12	10551
1818	-860	15400	7432	-467	49	10218
1819	-836	14988	7524	-645	-13	9852
1820	-888	14508	7796	-975	-283	9350
1821	-768	14564	7724	-1339	-655	8745
1822	-680	14680	8040	-1591	-725	8503
1823	-696	14780	8240	-1770	-594	8235
1824	-572	15048	8048	-1958	-531	7806
1825	-652	15184	7904	-2180	-588	7406
1826	-692	15332	7728	-2276	-489	6798
1827	-788	15316	7536	-2197	-488	5999
1828	-568	15312	7180	-2271	-404	5184
1829	-708	15304	6812	-2388	-48	4596
1830	-640	15320	6716	-2699	415	4333
1831	-656	15456	6600	-2887	855	3880
1832	-556	15452	6852	-3043	1086	3670
1833	-560	15168	7096	-3228	861	3351
1834	-560	15080	7356	-3414	589	2861
1835	-500	14744	7388	-3602	531	2088
1836	-488	14620	7188	-3750	738	1765
1837	-676	14372	7140	-3766	1176	1526
1838	-692	14180	7356	-3765	1783	1314
1839	-804	14240	7400	-4073	2306	1352
1840	-784	14600	7440	-4478	2646	1183
1841	-640	14828	7704	-4908	2746	1152
1842	-540	15088	7596	-5049	2373	1042
1843	-560	15204	7500	-4876	1204	1059
1844	-568	15376	7044	-4434	-463	1263
1845	-712	15516	6496	-4382	-1574	1622
1846	-764	15356	6400	-4661	-1072	1975

1847	-920	15088	5924	-5162	138	2206
1848	-768	14664	6028	-5407	830	2160
1849	-716	14596	6012	-5235	1080	2186
1850	-600	14644	5936	-4685	1042	2118
1851	-604	14728	5920	-3957	1461	2181
1852	-632	14904	6008	-3430	766	2314
1853	-712	15020	5828	-3070	561	2346
1854	-500	14948	5512	-2922	835	2321
1855	-532	14840	5832	-2698	1767	2202
1856	-472	14712	6048	-2620	2902	2096
1857	-540	14676	5928	-2548	3871	2013
1858	-492	14848	5816	-2424	3925	1955
1859	-588	14756	5680	-2601	4002	1711
1860	-392	14660	5472	-2838	4228	1468
1861	-412	14708	5360	-3460	4165	1154
1862	-404	15116	5424	-3811	4000	790
1863	-212	15480	5548	-4287	3852	503
1864	-220	15344	5544	-4663	3842	274
1865	-332	15272	5920	-4830	3613	152
1866	-288	15304	5796	-4858	3107	96
1867	-408	15160	5560	-5202	3031	114
1868	-412	15092	5552	-5826	2877	95
1869	-392	14964	6180	-6162	2734	-20
1870	-392	15192	6240	-6283	2661	-32
1871	-484	15240	4192	-5987	2972	-185
1872	-596	15148	6420	-6006	3261	-297
1873	-532	15184	7884	-5972	3463	-501
1874	-548	15240	7544	-6368	3254	-750
1875	-476	15260	6880	-6452	3061	-804
1876	-496	15180	6484	-6485	3083	-855
1877	-352	14896	6480	-7028	3828	-828
1878	-340	14916	6840	-7439	4825	-851
1879	-280	15012	7616	-7826	5470	-919
1880	-396	15380	7516	-7932	5934	-937
1881	-504	15396	7380	-7710	5834	-886
1882	-272	15200	7668	-7515	5690	-727
1883	-268	14932	7824	-7326	6122	-644
1884	-204	14864	7760	-6911	6869	-583
1885	-180	14772	7796	-6167	7305	-479
1886	-204	14772	7620	-5442	7829	-357
1887	-224	14764	7492	-4778	7944	-94
1888	-156	14664	7216	-4252	6863	140
1889	-164	14824	7060	-3940	5708	519
1890	-144	14872	6816	-3357	5293	1039
1891	-224	14944	6744	-2724	5354	1423
1892	-284	15112	6736	-2444	5342	1650
1893	-272	15212	6864	-2488	5118	1741
1894	-344	15168	7208	-1854	4550	1497
1895	-200	15004	7408	-1334	3540	1139
1896	-188	14928	7372	-931	2186	769

1897	-92	15064	7640	-634	936	610
1898	20	15184	7352	-403	280	268
1899	-12	15172	7264	-258	220	-213
1900	800	15128	6988	-26	393	-963
1901	812	15028	6964	122	308	-1966
1902	716	15020	7016	143	96	-3464
1903	816	15140	7060	292	-370	-4559
1904	780	15032	6956	385	-656	-5350
1905	820	14840	6972	454	-650	-6384
1906	688	14832	7080	379	-495	-7428
1907	720	14988	7248	218	-212	-9181
1908	716	15036	7256	158	85	-10169
1909	648	14808	7232	20	292	-10963
1910	580	14560	7100	-131	41	-11857
1911	684	14400	6980	-301	-388	-12852
1912	544	14552	6752	-434	-745	-13835
1913	500	14864	6592	-498	-964	-14427
1914	472	14940	6684	-650	-1053	-14695
1915	216	14856	6856	-697	-1169	-14589
1916	272	14752	7024	-775	-1568	-14794
1917	140	14784	7000	-681	-2095	-15034
1918	372	14944	7212	-517	-2855	-15155
1919	552	15084	7184	-362	-3460	-15389
1920	596	15220	7452	-186	-4324	-15338
1921	716	15360	7504	69	-4734	-14814
1922	456	15464	7424	242	-4624	-14266
1923	76	15232	7264	350	-4119	-13707
1924	-36	15312	6888	491	-3386	-13038
1925	-568	15424	6876	793	-3059	-12500
1926	-716	15320	6960	1111	-3092	-11927
1927	-776	15180	6932	1498	-3800	-11498
1928	-768	15404	6872	2080	-4043	-10671
1929	-1120	15400	7096	2567	-3678	-9740
1930	-1548	15340	7000	3164	-3732	-8893
1931	-1880	15104	7220	3670	-3186	-8141
1932	-1784	14768	7232	4117	-4166	-7553
1933	-1508	14856	7072	4762	-4189	-6950
1934	-1240	15020	7040	5287	-4329	-6208
1935	-1456	15072	7068	5919	-4676	-5512
1936	-1748	14996	7076	6645	-5044	-4780
1937	-1588	14984	7168	7257	-5631	-3971
1938	-1300	15096	7200	7578	-5810	-2989
1939	-1212	15060	7132	8052	-4278	-2004
1940	-1340	15364	6996	8516	-4610	-1145
1941	-1608	15356	6992	8744	-3137	-337
1942	-1800	15396	6888	9128	-3665	374
1943	-2020	15356	7008	9413	-4336	1128
1944	-2216	15268	7116	9631	-4603	1916
1945	-2140	14996	7308	9778	-3419	2649
1946	-1976	14816	7284	10228	-2013	3325

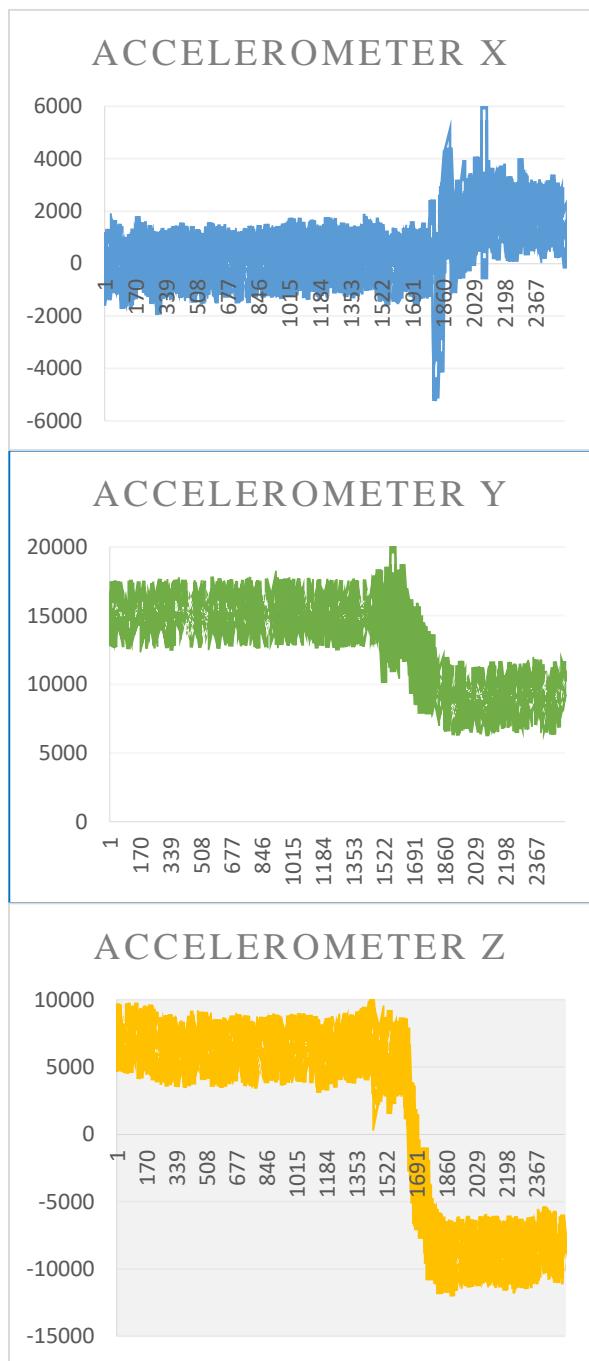
1947	-1532	14716	7216	10297	-1791	3975
1948	-1276	14608	7068	10853	-2197	4576
1949	-1424	14700	7248	10909	-3492	5224
1950	-1688	15008	7260	10555	-5218	5934
1951	-1812	15244	7196	10001	-7756	6571
1952	-1956	15500	7160	9708	-7035	7097
1953	-2132	15524	7124	9324	-5742	7482
1954	-2476	15344	7088	9042	-4603	7840
1955	-2608	14960	7068	8884	-3986	8238
1956	-2712	14784	7144	8753	-2755	8693
1957	-2980	14680	7252	8334	-2314	9393
1958	-2920	14748	7236	7857	-2574	9926
1959	-2552	14908	7196	7377	-3194	10508
1960	-2124	15080	7044	6715	-3361	10976
1961	-1364	15256	7328	6377	-2786	11244
1962	-836	15360	6956	5877	-1694	11477
1963	-520	15444	7064	5357	-359	11694
1964	-112	15252	7004	4655	625	11729
1965	196	15500	6928	3929	877	11913
1966	500	15380	6732	3248	227	12239
1967	544	15256	6828	2736	-771	12452
1968	412	14812	6720	2319	-1601	12389
1969	172	14636	6696	2126	-1508	12181
1970	-140	14596	6640	1848	-705	11887
1971	-384	14556	6588	1680	78	11339
1972	-400	14056	6548	1568	389	10881
1973	-924	14748	6548	1483	390	10382
1974	-1948	15276	6604	1322	-26	9748
1975	-2836	15544	6580	1254	-436	9219
1976	-3260	15832	6576	1131	-186	8506
1977	-3164	16132	6704	902	97	7629
1978	-2808	16548	6656	674	491	6891
1979	-2672	16896	6616	660	1042	6272
1980	-2212	16712	6636	706	1444	5824
1981	-1584	16720	6832	1079	1327	5479
1982	-840	16400	6816	1613	436	5055
1983	-360	15976	6816	1987	-346	4692
1984	-232	15536	6704	1967	-726	4107
1985	-156	15284	6592	2091	-723	3891
1986	-132	15124	6656	2374	-396	3636
1987	-248	15104	6472	2744	-54	3406
1991	-488	15604	6660	3491	1038	2482
1992	-556	15336	6704	3458	847	2175
1993	-528	15196	6760	3295	726	1815
1994	-460	14836	6872	3069	739	1437
1995	-372	14472	6920	2843	1085	1098
1996	-212	14296	6804	2650	1370	954
1997	-280	13748	6796	2233	1224	975
1998	-384	13344	6716	2116	718	1042

1999	-396	13140	7000	2013	276	1020
2000	-708	12988	7052	1825	153	1072
\ddot{x}	-350.716	15063.12	6973.26	67.115	273.566	121.975
min	-3836	12844	3712	-9028	-7853	-15389
max	2788	17460	9592	10909	7944	13386

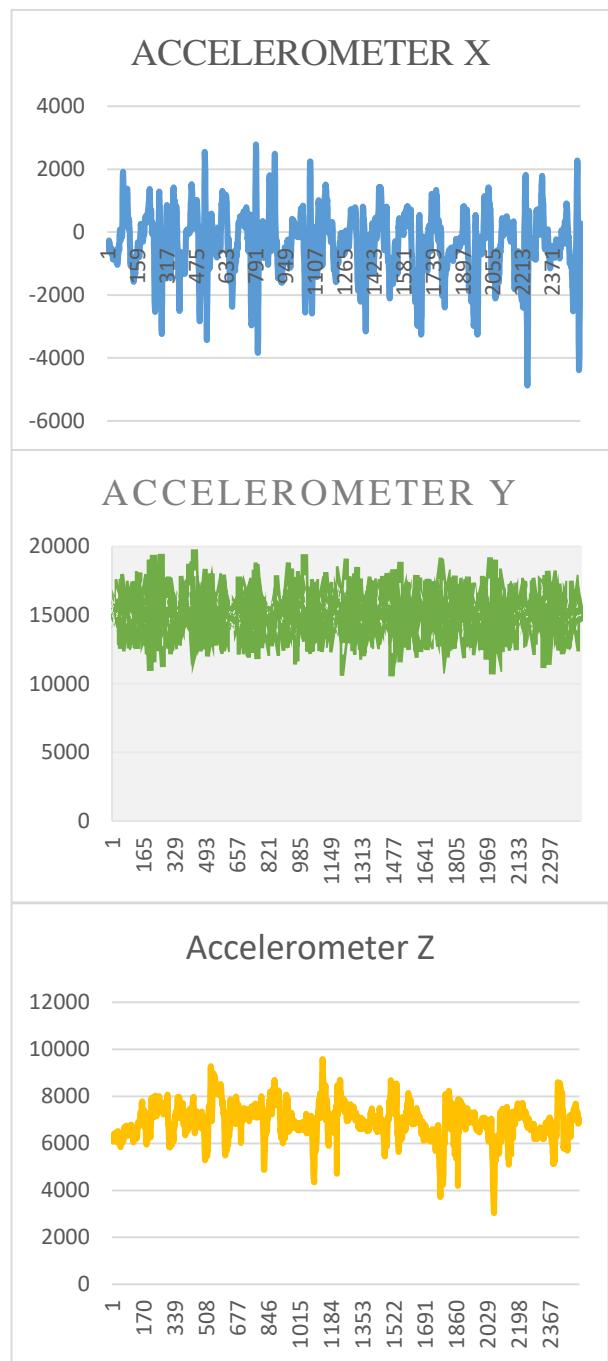
LAMPIRAN D
GRAFIK HASIL *OUTPUT MODUL SENSOR*

Perbandingan Grafik *Brushing* dan *Spraying*

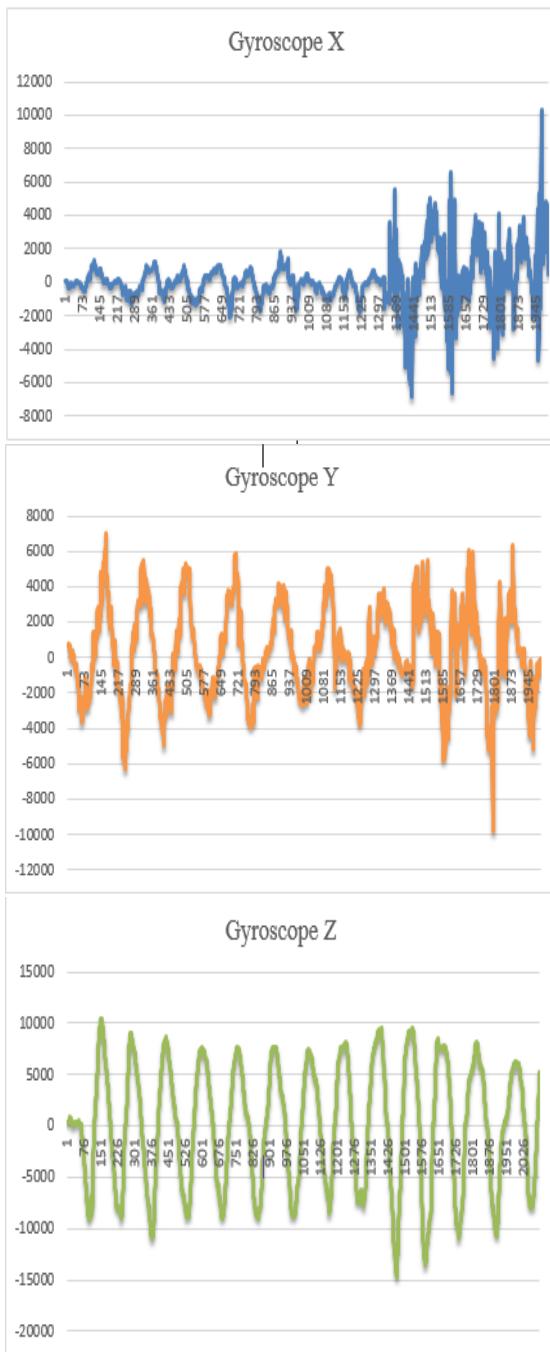
BRUSHING



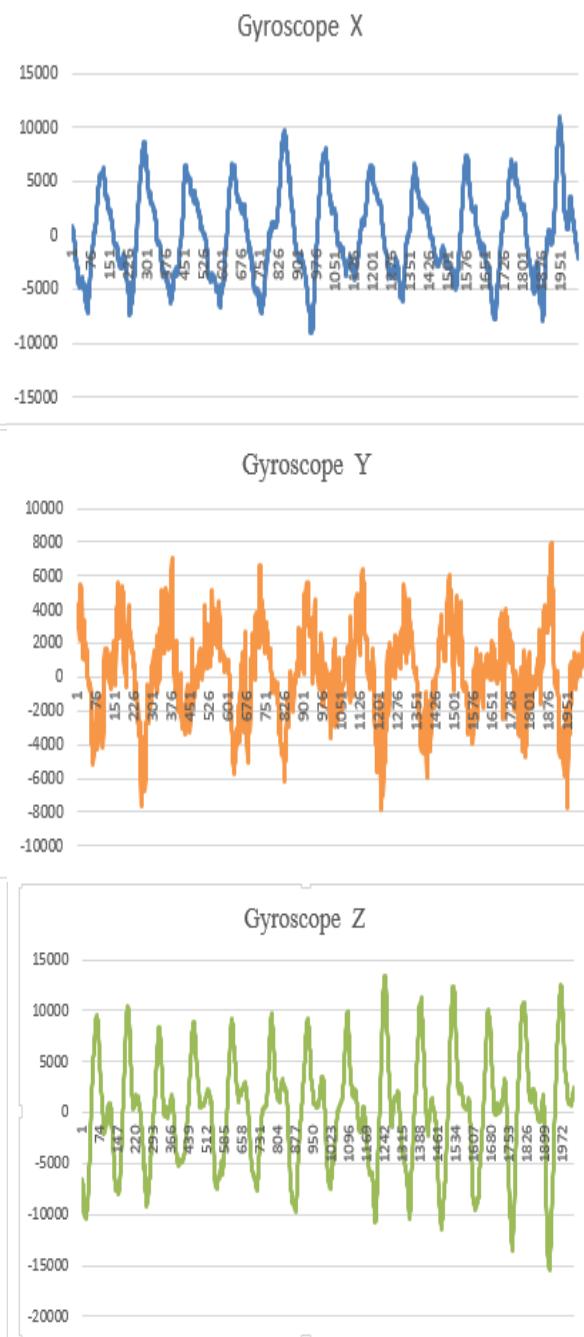
SPRAYING



BRUSHING

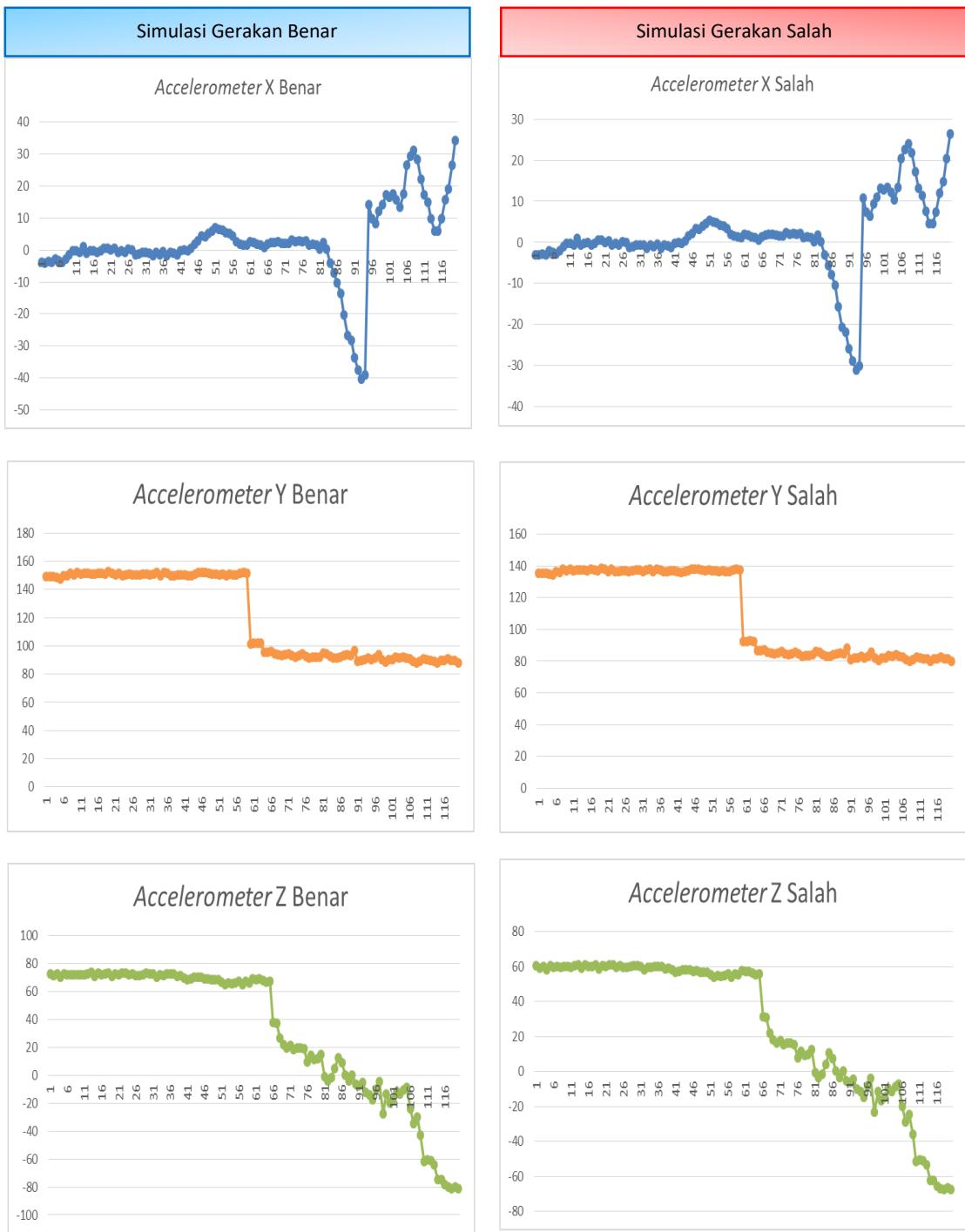


SPRAYING

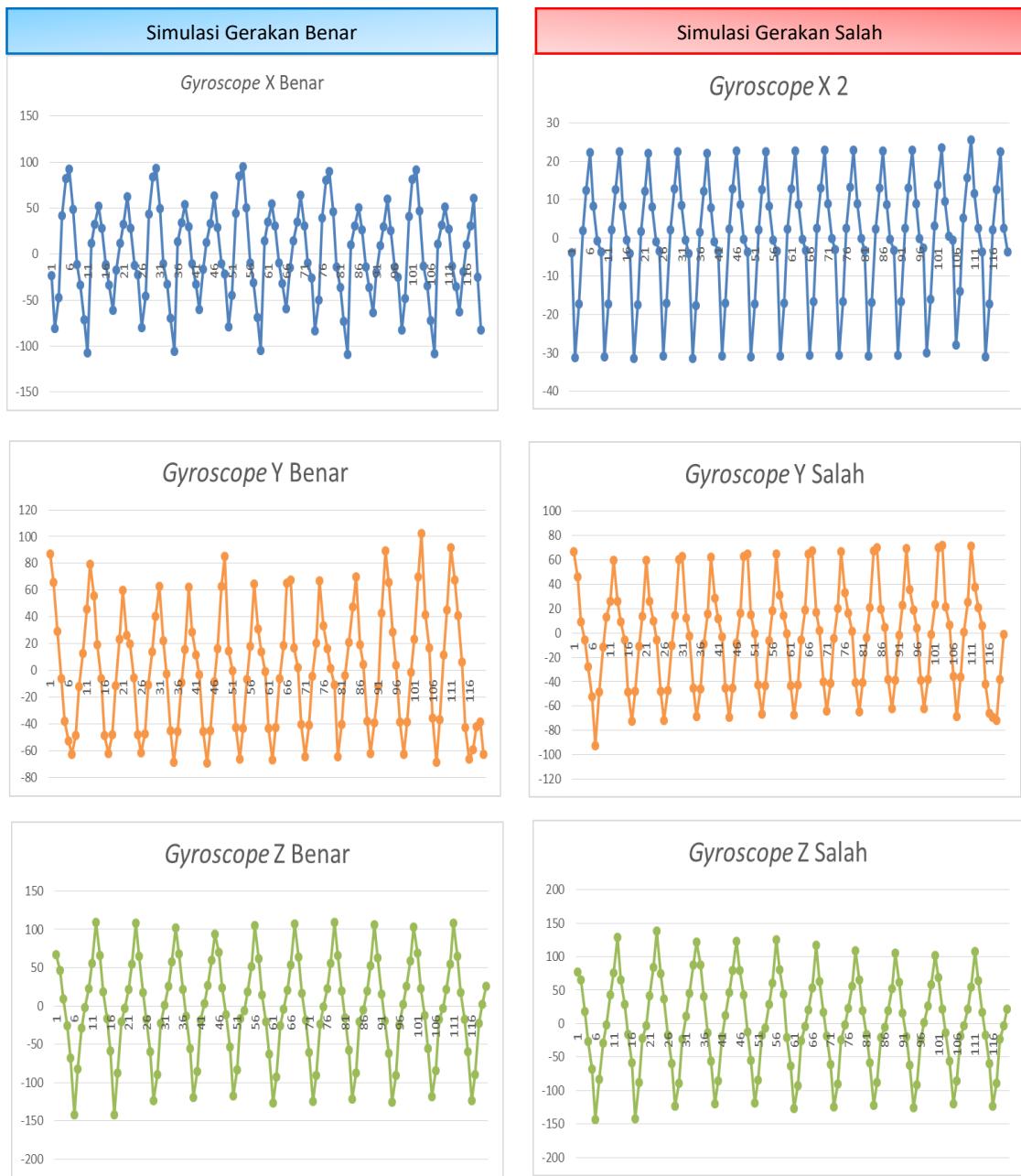


Perbandingan Grafik Simulasi Gerakan Benar dan Simulasi Gerakan Salah

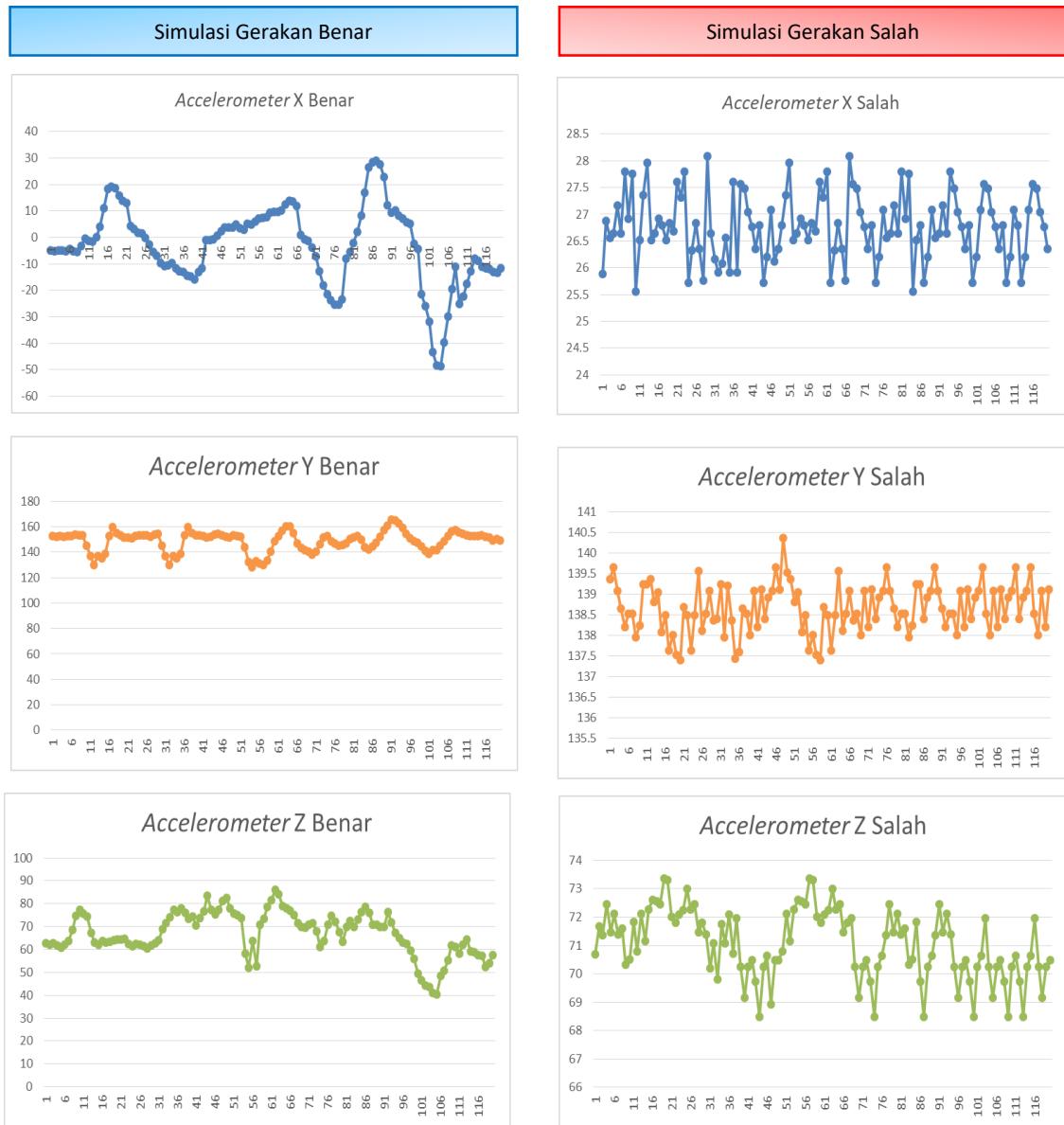
a) Brushing Accelerometer



b) *Brushing Gyroscope*



a) Spraying Accelerometer



b) *Spraying Gyroscope*



LAMPIRAN E
VALIDASI DATA

Fuzzy Logic untuk Validasi Data

```
clc
datain = Data_Uji(:,1:6);
dataout = Data_Uji(:,7);
cekin = Validasi(:,1:6);
cekout = Validasi(:,7);
fismat = genfis2(datain,dataout,0.05)
fuzout = evalfis(datain,fismat);
RMSE = norm(fuzout-dataout)/sqrt(length(fuzout))
plot(datain(:,1),dataout,'bo',datain(:,1),fuzout,'r*');
grid; xlabel('data'); ylabel('data');
title('hasil fuzzy (*) vs output sebenarnya (o)');
fuzcek = evalfis(cekin,fismat);
err =(fuzcek-cekout);
err1 = max(abs(fuzcek-cekout));
RMSE2 = norm(fuzcek-cekout)/sqrt(length(fuzcek));
plot(err,'r*'); hold on; plot(err);
grid; xlabel('Kegiatan ke-'); ylabel('error');
title('Error Peramalan Kegiatan');
```

LAMPIRAN F
SKETCH (PROGRAM) WIFI SHIELD ESP 8266

Sketch (Program) WiFi Shield ESP 8266

```
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <WiFiClient.h>
#include <ESP8266WebServer.h>
/* Set these to your desired credentials. */
const char *ssid = "ESPAp";
const char *password = "thereisnospoon";
String dataIn;
String serial_data;
boolean parsing = false;
ESP8266WebServer server(80);
/* Just a little test message. Go to http://192.168.4.1 in a web browser
 * connected to this access point to see it.
 */
void handleRoot() {
    server.sendHeader("Refresh", "2" );
    server.send(200, "text/html","Data : "+serial_data);
}
void setup() {
    delay(1000);
    Serial.begin(115200);
    Serial.println();
    Serial.print("Configuring access point...");
    /* You can remove the password parameter if you want the AP to be open. */
    WiFi.softAP(ssid, password);

    IPAddress myIP = WiFi.softAPIP();
    Serial.print("AP IP address: ");
    Serial.println(myIP);
    server.on("/", handleRoot);
    server.begin();
    Serial.println("HTTP server started");
}
void loop() {
    while(Serial.available()>0){
        char inChar = (char)Serial.read();          //serial in char per char
        dataIn += inChar;                         //tampung char
        serial_data = dataIn;
        Serial.println(serial_data);
        if (inChar == '\r')           //indikasi paket data selesai (CR)
        {
            parsing = true;
        }
        if (parsing)
        {
            parsing = false;           //parsing selesai
            dataIn = " ";              //data penampung dihapus
        }
    }
    server.handleClient();
}
```

LAMPIRAN G
PERHITUNGAN NILAI RMSE

DATA BENAR WISNU						DATA BENAR RIVAL							
Kuas						Kuas							
No	Sensor						No	Sensor					
	Accelerometer			Gyroscope				Accelerometer			Gyroscope		
x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z		
1	-3.92	148.96	72.6	-23.76	86.89	66.89	1	-4.16	148.72	72.4	-24	86.69	66.65
2	-4	149.16	71.24	-81.19	66.06	46.06	2	-4.35	148.81	70.89	-81.54	65.71	45.71
3	-3.64	149.12	72.36	-47.27	29.07	9.07	3	-2.44	150.32	73.36	-46.07	30.27	10.27
4	-3.84	148.68	70	41.96	-5.95	-25.95	4	-1.34	151.18	72.5	44.46	-3.45	-23.45
5	-2.72	147.72	72.76	82.54	-37.73	-67.73	5	-2.52	147.92	72.96	82.74	-37.53	-67.53
6	-3.24	149.88	71.88	92.39	-52.64	-142.64	6	-3.62	149.5	71.5	92.01	-53.02	-143.02
7	-3.76	149.6	72.2	48.3	-62.67	-82.67	7	-4	149.36	71.96	48.06	-62.91	-82.91
8	-2.72	151.6	71.72	-11.69	-48.5	-28.5	8	-3.07	151.25	71.37	-12.04	-48.85	-28.85
9	-1.44	150.68	72.04	-33.63	-11.63	-1.63	9	2.06	154.18	75.54	-30.13	-8.13	1.87
10	-0.24	151.92	71.96	-71.06	12.98	22.98	10	-0.99	149.42	69.46	-73.56	10.48	20.48
11	-0.2	150.88	71.84	-107.14	45.78	55.78	11	2.3	153.38	74.34	-104.64	48.28	58.28
12	-0.72	151.44	72.76	12.09	79.44	109.44	12	3.78	155.94	77.26	16.59	83.94	113.94
13	1.16	151.28	73.48	32.67	55.78	65.78	13	0.92	151.04	73.24	32.43	55.54	65.54
14	-0.92	151.08	71	52.52	19.07	19.07	14	-1.27	150.73	70.65	52.17	18.72	18.72
15	-0.28	151	73.32	28.43	-5.95	-15.95	15	0.92	152.2	74.52	29.63	-4.75	-14.75
16	-0.12	151.6	72.04	-11.56	-48.34	-58.34	16	2.38	154.1	74.54	-9.06	-45.84	-55.84
17	-0.72	151.44	72.44	-33.99	-62.08	-142.08	17	-0.52	151.64	72.64	-33.79	-61.88	-141.88
18	-0.28	150.92	73.2	-61.42	-47.94	-87.94	18	-0.66	150.54	72.82	-61.8	-48.32	-88.32
19	0.64	152.48	70.64	-17.5	-11.07	-21.07	19	0.4	152.24	70.4	-17.74	-11.31	-21.31
20	0.64	151.68	72.68	11.73	23.54	-2.86	20	0.29	151.33	72.33	11.38	23.19	-3.21
21	-0.04	150.2	72.04	32.31	60	21.75	21	3.46	153.7	75.54	35.81	63.5	25.25
22	0.48	151.84	73.04	62.16	26.34	54.55	22	-0.02	151.34	72.54	61.66	25.84	54.05
23	-0.68	150	73.2	28.07	19.63	108.21	23	1.82	147.5	70.7	25.57	17.13	105.71
24	-0.2	150.24	71.84	-11.92	-5.39	64.55	24	4.3	154.74	76.34	-7.42	-0.89	69.05
25	-0.72	150.92	72.72	-22.53	-47.78	17.84	25	-0.96	150.68	63.22	-32.03	-56.78	8.34
26	0.24	150.68	71.56	-79.96	-61.52	-17.18	26	-0.11	150.33	71.21	-80.31	-61.87	-17.53
27	-0.08	150.4	71.64	-46.04	-47.38	-59.57	27	1.12	151.6	72.84	-44.84	-46.18	-58.37
28	-1.52	150.52	71.92	43.19	-10.51	-123.31	28	0.98	153.02	74.42	45.69	-8.01	-120.81
29	-1.24	151.16	72.92	83.77	14.1	-89.17	29	-1.04	151.36	73.12	83.97	14.3	-88.97
30	-0.8	151.2	72.68	93.62	40.56	-22.3	30	-0.8	143.7	65.18	86.12	33.06	-29.8
31	-0.84	150.12	72.32	49.53	62.86	0.68	31	-1.08	149.88	72.08	49.29	62.62	0.44
32	-0.88	151.2	69.88	-10.46	22.49	25.29	32	-1.23	150.85	69.53	-10.81	22.14	24.94
33	-1.76	151.96	71.84	-32.4	-2.53	58.09	33	1.74	155.46	75.34	-28.9	0.97	61.59
34	-0.76	149.96	71.6	-69.83	-44.92	101.75	34	-1.26	149.46	62.1	-79.33	-54.42	92.25
35	-1.4	151.88	72.4	-105.91	-68.66	68.09	35	1.1	149.38	69.9	-108.41	-71.16	65.59
36	-0.52	151.56	72.32	13.32	-45.63	21.38	36	3.98	149.06	69.82	10.82	-48.13	18.88
37	-1.84	150.04	72.4	33.9	-8.76	-13.64	37	-2.08	149.8	72.16	33.66	-9	-13.88
38	-0.76	149.92	70.6	53.75	15.85	-56.03	38	-1.11	149.57	70.25	53.4	15.5	-56.38
39	-1.04	150.64	71.32	29.66	62.31	-119.77	39	0.16	148.14	68.82	27.16	59.81	-122.27
40	-1.52	150.64	69.76	-10.33	28.65	-85.63	40	0.98	148.14	67.26	-12.83	26.15	-88.13
41	-0.16	150.44	68.44	-32.76	11.94	-18.76	41	0.04	150.64	68.64	-32.56	12.14	-18.56
42	0.08	149.84	68.76	-60.19	-3.08	2.69	42	-0.3	149.46	68.38	-60.57	-3.46	2.31
43	-0.32	149.88	70.2	-16.27	-45.47	27.3	43	-0.56	149.64	69.96	-16.51	-45.71	27.06
44	0.48	150.76	69.96	12.96	-69.21	60.1	44	0.13	150.41	69.61	12.61	-69.56	59.75
45	1.96	151.96	70.08	33.54	-45.07	93.76	45	5.46	155.46	73.58	37.04	-41.57	97.26
46	2.76	151.92	68.8	63.39	-8.2	70.1	46	2.26	151.42	68.3	62.89	-8.7	69.6
47	4.48	151.88	69.12	29.3	16.41	23.39	47	6.98	154.38	71.62	31.8	18.91	25.89
48	4.24	151.32	68.32	-10.69	62.87	-11.63	48	8.74	155.82	72.82	-6.19	67.37	-7.13
49	5.2	150.88	68.36	-21.41	85.17	-54.02	49	4.96	150.64	68.12	-21.65	84.93	-54.26
50	5.96	151.12	68.32	-78.84	14.8	-117.76	50	5.61	150.77	67.97	-79.19	14.45	-118.11
51	7.12	150.68	66.64	-44.92	-0.22	-83.62	51	8.32	151.88	67.84	-43.72	0.98	-82.42
52	6.52	150.72	65.08	44.31	-42.61	-16.75	52	9.02	153.22	67.58	46.81	-40.11	-14.25
53	6.12	150.08	65.8	84.89	-66.35	-5.95	53	6.32	150.28	56.3	75.39	-75.85	-15.45
54	5.32	150.8	65.44	94.74	-43.32	18.66	54	4.94	150.42	65.06	94.36	-43.7	18.28
55	5.12	150.28	66.04	50.65	-6.45	51.46	55	4.88	140.78	56.54	41.15	-15.95	41.96
56	4.32	150.4	67.24	-9.34	18.16	105.12	56	3.97	150.05	66.89	-9.69	17.81	104.77
57	2.6	151.4	64.68	-31.28	64.62	61.46	57	6.1	154.9	68.18	-27.78	68.12	64.96
58	1.96	151.92	66.96	-68.71	30.96	14.75	58	1.46	151.42	66.46	-69.21	30.46	14.25
59	1.68	151.52	66.28	-104.79	14.25	-20.27	59	-8.32	141.52	68.78	-102.29	16.75	-17.77
60	1.6	101.48	69.12	14.44	-0.77	-62.66	60	6.1	91.98	59.62	4.94	-10.27	-58.16
61	2.64	101.88	68.52	35.02	-43.16	-126.4	61	2.4	101.64	68.28	34.78	-43.4	-126.64

62	2.28	102.12	68.8	54.87	-66.9	-92.26	62	1.93	101.77	68.45	54.52	-67.25	-92.61
63	1.8	101.96	67.56	30.78	-42.76	-25.39	63	3	103.16	68.76	31.98	-41.56	-24.19
64	1.52	95.32	66.64	-9.21	-5.89	-3.94	64	4.02	97.82	69.14	-6.71	-3.39	-1.44
65	0.84	95.52	67.08	-31.64	18.72	20.67	65	1.04	95.72	67.28	-31.44	18.92	20.87
66	1.8	95.96	37.6	-59.07	65.18	53.47	66	1.42	95.58	37.22	-59.45	64.8	53.09
67	2.44	94.12	37.2	-15.15	67.48	107.13	67	2.2	84.62	27.7	-24.65	57.98	97.63
68	2.48	93.96	26.32	14.08	17.11	63.47	68	2.13	93.61	25.97	13.73	16.76	63.12
69	2.6	93.08	21.92	34.66	2.09	16.76	69	6.1	96.58	12.42	25.16	-7.41	7.26
70	2.2	93.92	19.52	64.51	-40.3	-18.26	70	1.7	93.42	19.02	64.01	-40.8	-18.76
71	2.12	94.6	21.12	30.42	-64.04	-60.65	71	4.62	97.1	23.62	32.92	-61.54	-58.15
72	2.12	93.16	18.4	-9.57	-41.01	-124.39	72	6.62	97.66	22.9	-5.07	-36.51	-119.89
73	3.04	92.28	19.4	-26.1	-4.14	-90.25	73	2.8	92.04	19.16	-26.34	-4.38	-90.49
74	2.64	93	19.64	-83.53	20.47	-23.38	74	2.29	92.65	19.29	-83.88	20.12	-23.73
75	2.88	94.36	18.72	-49.61	66.93	-1.42	75	4.08	84.86	9.22	-59.11	57.43	-0.22
76	2.56	92.88	9.48	39.62	33.27	23.19	76	5.06	95.38	11.98	42.12	35.77	25.69
77	2.96	91.56	14.04	80.2	16.56	55.99	77	3.16	91.76	14.24	80.4	16.76	56.19
78	1.6	92	11.32	90.05	1.54	109.65	78	1.22	91.62	10.94	89.67	1.16	109.27
79	1.92	91.88	11.6	45.96	-10.85	65.99	79	1.68	91.64	11.36	45.72	-11.09	65.75
80	1.48	92.36	14.96	-14.03	-64.59	19.28	80	1.13	92.01	14.61	-14.38	-64.94	18.93
81	0.36	94.72	-1	-35.97	-40.45	-15.74	81	3.86	98.22	2.5	-32.47	-36.95	-12.24
82	2.24	94.44	-4.12	-73.4	-3.58	-58.13	82	1.74	93.94	-13.62	-82.9	-13.08	-67.63
83	0.28	92.68	-1.68	-109.48	21.03	-121.87	83	2.78	95.18	0.82	-106.98	23.53	-119.37
84	-4.04	91.36	4.84	9.75	47.49	-87.73	84	0.46	81.86	-4.66	0.25	37.99	-97.23
85	-7.24	91.68	12.6	30.33	69.79	-20.86	85	-7.48	91.44	12.36	30.09	69.55	-21.1
86	-10.16	92.28	9.04	50.18	19.42	-4.85	86	-10.51	91.93	8.69	49.83	19.07	-5.2
87	-13.56	92.96	0.32	26.09	4.4	19.76	87	-12.36	94.16	1.52	27.29	5.6	20.96
88	-20.32	93.76	-4.28	-13.9	-37.99	52.56	88	-17.82	96.26	-1.78	-11.4	-35.49	55.06
89	-26.68	93.28	0.28	-36.33	-61.73	106.22	89	-26.48	93.48	0.48	-36.13	-61.53	106.42
90	-28.24	96.84	-6.12	-63.76	-38.7	62.56	90	-28.62	96.46	-6.5	-64.14	-39.08	62.18
91	-33.64	89	-7.44	-19.84	-11.83	15.85	91	-33.88	79.5	-16.94	-29.34	-21.33	15.61
92	-37.52	90	-5.48	9.39	42.78	-19.17	92	-37.87	89.65	-5.83	9.04	42.43	-19.52
93	-40.28	90.04	-12.08	29.97	89.24	-61.56	93	-36.78	93.54	-8.58	33.47	92.74	-58.06
94	-39.04	91.52	-13.76	59.82	65.58	-125.3	94	-39.54	91.02	-14.26	59.32	65.08	-125.8
95	14.12	90.12	-17.6	25.73	28.87	-91.16	95	16.62	92.62	-15.1	28.23	31.37	-88.66
96	9.72	91.28	-9.72	-14.26	3.85	-24.29	96	14.22	95.78	-5.22	-9.76	8.35	-19.79
97	8.4	94.04	-4.72	-25	-38.54	1.58	97	8.16	93.8	-4.96	-25.24	-38.78	1.34
98	12.16	90.12	-27.8	-82.43	-62.28	26.19	98	11.81	89.77	-28.15	-82.78	-62.63	25.84
99	14.2	88.84	-13.56	-48.51	-38.14	58.99	99	15.4	90.04	-12.36	-47.31	-36.94	60.19
100	17.24	90.32	-19.96	40.72	-1.27	102.65	100	19.74	92.82	-17.46	43.22	1.23	105.15
101	16.6	90.16	-17.48	81.3	23.34	68.99	101	16.8	90.36	-17.28	81.5	23.54	69.19
102	17.44	91.8	-11.4	91.15	69.8	22.28	102	17.06	91.42	-11.78	90.77	69.42	21.9
103	15.84	91.68	-13.72	47.06	102.1	-12.74	103	15.6	89.18	-16.22	44.56	99.6	-15.24
104	13.52	92.32	-10.52	-12.93	41.73	-55.13	104	13.17	91.97	-10.87	-13.28	41.38	-55.48
105	17.44	91.6	-8.76	-34.87	16.71	-118.87	105	20.94	95.1	-5.26	-31.37	20.21	-115.37
106	26.48	91.04	-23.8	-72.3	-35.68	-84.73	106	25.98	90.54	-24.3	-72.8	-36.18	-85.23
107	29.36	88.92	-34.6	-108.38	-68.42	-17.86	107	31.86	91.42	-32.1	-105.88	-65.92	-15.36
108	31.08	88.2	-29.8	10.85	-36.39	-2.86	108	35.58	92.7	-25.3	15.35	-31.89	1.64
109	28.28	89	-42.88	31.43	11.48	21.75	109	28.04	88.76	-43.12	31.19	11.24	21.51
110	22.24	90.76	-61.96	51.28	45.09	54.55	110	21.89	90.41	-62.31	50.93	44.74	54.2
111	17.24	90.48	-60.48	27.19	91.55	108.21	111	18.44	91.68	-59.28	28.39	92.75	109.41
112	14.92	89.6	-61.4	-12.8	67.89	64.55	112	17.42	92.1	-5.89	-10.3	70.39	67.05
113	9.76	89.44	-64.08	-35.23	41.18	17.84	113	9.96	79.94	-73.58	-44.73	31.68	18.04
114	5.84	88.04	-74.52	-62.66	6.16	-17.18	114	5.46	85.54	-77.02	-65.16	3.66	-19.68
115	5.96	89.76	-74.96	-18.74	-42.23	-59.57	115	5.72	89.52	-75.2	-18.98	-42.47	-59.81
116	9.72	89.72	-78.48	10.49	-65.97	-123.31	116	9.37	80.22	-87.98	0.99	-75.47	-123.66
117	15.72	90.68	-80.28	31.07	-58.97	-89.17	117	19.22	88.18	-82.78	28.57	-61.47	-91.67
118	19.2	89.96	-81.12	60.92	-41.97	-22.3	118	18.7	87.46	-83.62	58.42	-44.47	-24.8
119	26.48	89.68	-80.12	-25	-38.54	1.58	119	28.98	87.18	-82.62	-27.5	-41.04	-0.92
120	34.2	87.84	-81.2	-82.43	-62.28	26.19	120	38.7	85.34	-83.7	-84.93	-64.78	23.69

Jumlah	566.2641	1297.034	1641.229	1641.687	1632.419	1212.347
MSE	4.718868	10.80862	13.67691	13.68072	13.60349	10.10289
RMSE	2.172295	3.287646	3.698231	3.698746	3.688291	3.178504
MAD	4.718868	10.80862	13.67691	13.68072	13.60349	10.10289
MAPE (%)	21.66843	1.885323	18.60827	10.04104	33.55467	12.92708

DATA BENAR							DATA BENAR RIVAL						
Spray							Spray						
No	Sensor						No	Sensor					
	Accelerometer			Gyroscope				Accelerometer			Gyroscope		
x	y	z	x	y	z	x	y	x	y	z	x	y	z
1	-4.96	152.52	62.88	-3.76	66.89	76.57	1	-4.59	152.89	63.25	-3.39	67.26	76.94
2	-5.28	152	62.04	-31.19	46.06	65.74	2	-5.48	151.8	61.84	-31.39	45.86	65.54
3	-5	152.84	62.68	-17.27	9.07	18.75	3	-4.64	153.2	63.04	-16.91	9.43	19.11
4	-4.8	152.36	61.8	1.96	-5.95	-26.27	4	-5.75	151.41	60.85	1.01	-6.9	-27.22
5	-5.2	152.96	60.68	12.54	-27.73	-68.05	5	-4.51	153.65	61.37	13.23	-27.04	-67.36
6	-4.44	152.96	62.04	22.39	-52.64	-142.96	6	-5.2	152.2	61.28	21.63	-53.4	-143.72
7	-5.32	153.68	63.65	8.3	-92.67	-82.99	7	-6.37	152.63	60.39	7.25	-93.72	-84.04
8	-5.52	153.12	68.69	-0.69	-48.5	-28.82	8	-4.5	154.14	62.5	0.33	-47.48	-27.8
9	-3.32	153.24	74.65	-3.63	-11.63	-1.95	9	-4.58	151.98	60.22	-4.89	-12.89	-3.21
10	-0.52	145	77.34	-31.06	12.98	42.66	10	-1.94	151.74	60.3	-32.48	11.56	41.24
11	-1.2	137	75.65	-17.14	25.78	75.46	11	-2.18	150.34	60.86	-18.12	24.8	74.48
12	-1.52	130	74.33	2.09	59.44	129.12	12	-1.64	150.52	64	1.97	59.32	129
13	0.28	137	67.39	12.67	25.78	65.46	13	0.65	151.81	63.05	13.04	26.15	65.83
14	4.16	135	63.16	22.52	9.07	28.75	14	3.96	151.88	62.96	22.32	8.87	28.55
15	11.08	139	62.16	8.43	-5.95	-16.27	15	11.44	152.88	62.52	8.79	-5.59	-15.91
16	18.28	152.56	63.6	-0.56	-48.34	-58.66	16	17.33	151.61	62.65	-1.51	-49.29	-59.61
17	19.2	160	62.92	-3.99	-72.08	-142.4	17	14.7	147.94	58.42	-8.49	-76.58	-146.9
18	18.64	155	63.52	-31.42	-47.94	-88.26	18	14.14	148.22	59.02	-35.92	-52.44	-92.76
19	15.88	153.16	64	-17.5	-11.07	-21.39	19	11.38	148.66	59.5	-22	-15.57	-25.89
20	13.84	151.8	64.32	1.73	13.54	-3.18	20	14.86	152.82	65.34	2.75	14.56	-2.16
21	13.16	151.48	64.24	12.31	60	41.43	21	11.9	150.22	62.98	11.05	58.74	40.17
22	4.36	150.8	64.64	22.16	26.34	84.23	22	2.94	149.38	63.22	20.74	24.92	82.81
23	3.32	152.92	62.56	8.07	9.63	137.89	23	2.34	151.94	61.58	7.09	8.65	136.91
24	1.96	153.04	61.4	-0.92	-5.39	74.23	24	1.84	152.92	61.28	-1.04	-5.51	74.11
25	1.44	153.36	62.56	-3.5	-47.78	37.52	25	1.81	153.73	62.93	-3.13	-47.41	37.89
26	-0.16	153.04	62.04	-30.93	-71.52	-17.5	26	-0.36	152.84	61.84	-31.13	-71.72	-17.7
27	-2.68	152.12	61.32	-17.01	-47.38	-59.89	27	-2.32	152.48	61.68	-16.65	-47.02	-59.53
28	-5.4	153.88	60.4	2.22	-10.51	-123.63	28	-6.35	152.93	59.45	1.27	-11.46	-124.58
29	-6.96	154.4	61.84	12.8	14.1	-89.49	29	-6.27	155.09	62.53	13.49	14.79	-88.8
30	-9.76	145	62.84	22.65	60.56	-22.62	30	-10.52	153.28	62.08	21.89	59.8	-23.38
31	-10.8	137	64	8.56	62.86	11.36	31	-11.85	150.95	62.95	7.51	61.81	10.31
32	-10.44	130	68.8	-0.43	12.49	44.97	32	-9.42	151.82	69.82	0.59	13.51	45.99
33	-9.72	137	71.52	-4.1	-2.53	87.77	33	-10.98	151.82	70.26	-5.36	-3.79	86.51
34	-11.52	135	74.2	-31.53	-44.92	121.43	34	-12.94	151.14	72.78	-32.95	-46.34	120.01
35	-12.84	139	77.24	-17.61	-68.66	87.77	35	-17.34	148.34	72.74	-22.11	-73.16	83.27
36	-13.08	153.08	76.32	1.62	-45.63	41.06	36	-18.7	152.96	76.2	1.5	-45.75	40.94
37	-14.48	160	77.92	12.2	-8.76	-13.96	37	-14.11	151.85	78.29	12.57	-8.39	-13.59
38	-14.8	155	75.88	22.05	15.85	-56.35	38	-15	152.6	75.68	21.85	15.65	-56.55
39	-15.76	153.16	73.48	7.96	62.31	-120.09	39	-15.4	153.52	73.84	8.32	62.67	-119.73
40	-13.16	153.44	74.36	-1.03	28.65	-85.95	40	-14.11	152.49	73.41	-1.98	27.7	-86.9
41	-11.6	152.44	70.44	-3.41	11.94	-19.08	41	-10.91	153.13	71.13	-2.72	12.63	-18.39
42	-1	151.72	73.68	-30.84	-3.08	12.37	42	-1.76	150.96	72.92	-31.6	-3.84	11.61
43	-0.92	152.32	76.72	-16.92	-45.47	46.98	43	-1.97	151.27	75.67	-17.97	-46.52	45.93
44	-0.76	154.04	83.4	2.31	-69.21	79.78	44	0.26	155.06	84.42	3.33	-68.19	80.8
45	0.76	154.72	77.3	12.89	-45.07	123.44	45	-0.5	153.46	76.04	11.63	-46.33	122.18
46	2.32	153.2	75.38	22.74	-8.2	79.78	46	0.9	151.78	73.96	21.32	-9.62	78.36
47	3.8	152.32	77.42	8.65	16.41	43.07	47	2.82	151.34	76.44	7.67	15.43	42.09
48	3.84	151.4	81.26	-0.34	62.87	-11.95	48	3.72	151.28	81.14	-0.46	62.75	-12.07
49	3.92	153.28	82.38	-3.64	65.17	-54.34	49	4.29	153.65	82.75	-3.27	65.54	-53.97
50	4.92	152.76	77.81	-31.07	14.8	-118.08	50	4.72	152.56	77.61	-31.27	14.6	-118.28
51	3.44	152.2	75.78	-17.15	-0.22	-83.94	51	-1.06	147.7	71.28	-21.65	-4.72	-88.44
52	2.96	144.04	75.18	2.08	-42.61	-17.07	52	2.01	143.09	74.23	1.13	-43.56	-18.02
53	5.2	132.24	73.74	12.66	-66.35	-6.27	53	5.89	132.93	74.43	13.35	-65.66	-5.58
54	5	128.44	58.16	22.51	-43.32	28.34	54	4.24	127.68	57.4	21.75	-44.08	27.58
55	6.04	132.88	51.96	8.42	-6.45	61.14	55	4.99	131.83	50.91	7.37	-7.5	60.09
56	7.24	130.88	63.6	-0.57	18.16	124.8	56	8.26	131.9	64.62	0.45	19.18	125.82
57	7.36	130.16	52.84	-3.42	64.62	81.14	57	7.73	130.53	53.21	-3.05	64.99	81.51
58	7.84	133.48	70.8	-30.85	30.96	44.43	58	6.42	132.06	69.38	-32.27	29.54	43.01
59	9.32	140.72	73.52	-16.93	14.25	-20.59	59	8.34	139.74	72.54	-17.91	13.27	-21.57
60	9.68	148.48	78.68	2.3	-0.77	-62.98	60	9.56	148.36	78.56	2.18	-0.89	-63.1
61	9.6	152.76	81.56	12.88	-43.16	-126.72	61	9.97	153.13	81.93	13.25	-42.79	-126.35

62	10.32	156.96	85.92	22.73	-66.9	-92.58	62	10.12	156.76	85.72	22.53	-67.1	-92.78
63	12.6	160.08	84.2	8.64	-42.76	-25.71	63	12.96	160.44	84.56	9	-42.4	-25.35
64	13.76	160.24	78.96	-0.35	-5.89	-4.26	64	9.26	155.74	74.46	-4.85	-10.39	-8.76
65	13.52	155.16	78	-3.2	18.72	20.35	65	14.21	155.85	78.69	-2.51	19.41	21.04
66	11.92	146.92	76.96	-30.63	65.18	53.15	66	11.16	146.16	76.2	-31.39	64.42	52.39
67	0.92	143.24	75.08	-16.71	67.48	116.81	67	-0.13	142.19	74.03	-17.76	66.43	115.76
68	-0.6	141.52	71.4	2.52	17.11	63.15	68	0.42	142.54	72.42	3.54	18.13	64.17
69	-1.12	140.24	69.8	13.1	2.09	16.44	69	-2.38	138.98	68.54	11.84	0.83	15.18
70	-3.88	138.28	69.4	22.95	-40.3	-18.58	70	-5.3	136.86	67.98	21.53	-41.72	-20
71	-7.08	140.64	70.92	8.86	-64.04	-60.97	71	-11.58	136.14	66.42	4.36	-68.54	-65.47
72	-12.68	146.52	71.52	-0.13	-41.01	-124.71	72	-12.31	146.89	71.89	0.24	-40.64	-124.34
73	-18.2	151.44	68.08	-3.09	-4.14	-90.57	73	-17.83	151.81	68.45	-2.72	-3.77	-90.2
74	-21.36	152.72	61.12	-30.52	20.47	-23.7	74	-21.56	152.52	60.92	-30.72	20.27	-23.9
75	-23.8	148.76	63.6	-16.6	66.93	-1.74	75	-23.44	149.12	63.96	-16.24	67.29	-1.38
76	-25.28	146.72	70.68	2.63	33.27	22.87	76	-26.23	145.77	69.73	1.68	32.32	21.92
77	-25.36	145.28	74.68	13.21	16.56	55.67	77	-24.67	145.97	75.37	13.9	17.25	56.36
78	-23.52	145.84	72.08	23.06	1.54	109.33	78	-24.28	145.08	71.32	22.3	0.78	108.57
79	-7.96	147.16	67.68	8.97	-40.85	65.67	79	-9.01	146.11	66.63	7.92	-41.9	64.62
80	-5.6	150.48	63.32	-0.02	-64.59	18.96	80	-4.58	151.5	64.34	1	-63.57	19.98
81	-2.04	151.64	69.92	-3.3	-40.45	-16.06	81	-3.3	150.38	68.66	-4.56	-41.71	-17.32
82	2.08	152.56	72.36	-30.73	-3.58	-58.45	82	0.66	151.14	70.94	-32.15	-5	-59.87
83	8.2	149.88	69.72	-16.81	21.03	-122.19	83	0.7	142.38	62.22	-24.31	13.53	-129.69
84	16.88	143.92	73.04	2.42	67.49	-88.05	84	17.25	144.29	73.41	2.79	67.86	-87.68
85	26.44	142.12	76.4	13	69.79	-21.18	85	21.94	137.62	71.9	8.5	65.29	-25.68
86	28.56	144.52	78.6	22.85	19.42	-5.17	86	21.06	137.02	71.1	15.35	11.92	-12.67
87	29.16	147.52	75.88	8.76	4.4	19.44	87	24.66	143.02	71.38	4.26	-0.1	14.94
88	27.68	151.88	70.84	-0.23	-37.99	52.24	88	20.18	144.38	63.34	-7.73	-45.49	44.74
89	22.92	157.56	70.76	-3.17	-61.73	105.9	89	18.42	153.06	66.26	-7.67	-66.23	101.4
90	12.16	161	69.96	-30.6	-38.7	62.24	90	11.4	160.24	69.2	-31.36	-39.46	61.48
91	9.52	165.48	69.8	-16.68	-1.83	15.53	91	8.47	164.43	68.75	-17.73	-2.88	14.48
92	10.32	164.96	76.48	2.55	22.78	-19.49	92	11.34	165.98	77.5	3.57	23.8	-18.47
93	8.2	162.84	71.76	13.13	69.24	-61.88	93	6.94	161.58	70.5	11.87	67.98	-63.14
94	7.24	158.92	67.36	22.98	35.58	-125.62	94	5.82	157.5	65.94	21.56	34.16	-127.04
95	5.64	154.6	64.88	8.89	18.87	-91.48	95	4.66	153.62	63.9	7.91	17.89	-92.46
96	5.2	150.96	63.08	-0.1	3.85	-24.61	96	5.57	151.33	63.45	0.27	4.22	-24.24
97	-2.44	148.84	62.52	-2.49	-38.54	1.26	97	-2.07	149.21	62.89	-2.12	-38.17	1.63
98	-4.32	147.56	59.44	-29.92	-62.28	25.87	98	-4.52	147.36	59.24	-30.12	-62.48	25.67
99	-21.4	144.84	56.04	-16	-38.14	58.67	99	-21.04	145.2	56.4	-15.64	-37.78	59.03
100	-25.84	140.96	49.6	3.23	-1.27	102.33	100	-26.79	140.01	48.65	2.28	-2.22	101.38
101	-31.8	138.84	46.44	13.81	23.34	68.67	101	-31.11	139.53	47.13	14.5	24.03	69.36
102	-43.4	141.64	44.4	23.66	69.8	21.96	102	-47.9	137.14	39.9	19.16	65.3	17.46
103	-48.48	141.68	43.56	9.57	72.1	-13.06	103	-49.53	140.63	42.51	8.52	71.05	-14.11
104	-48.8	145.2	41.08	0.58	21.73	-55.45	104	-47.78	146.22	42.1	1.6	22.75	-54.43
105	-39.72	148.36	40.36	-0.52	6.71	-119.19	105	-47.22	140.86	32.86	-8.02	-0.79	-126.69
106	-29.76	152.44	48.4	-27.95	-35.68	-85.05	106	-29.39	152.81	48.77	-27.58	-35.31	-84.68
107	-19.44	156.36	50.76	-14.03	-68.42	-18.18	107	-20.42	155.38	49.78	-15.01	-69.4	-19.16
108	-11.08	157.12	55.44	5.2	-36.39	-3.18	108	-11.2	157	55.32	5.08	-36.51	-3.3
109	-25.04	155.64	61.88	15.78	0.48	21.43	109	-24.67	156.01	62.25	16.15	0.85	21.8
110	-22.4	154.68	61	25.63	25.09	54.23	110	-22.6	154.48	60.8	25.43	24.89	54.03
111	-17.4	153.56	58.32	11.54	71.55	107.89	111	-17.04	153.92	58.68	11.9	71.91	108.25
112	-12.8	152.56	62.16	2.55	37.89	64.23	112	-17.3	148.06	57.66	-1.95	33.39	59.73
113	-8.04	152.48	64.4	-3.65	21.18	17.52	113	-7.35	153.17	65.09	-2.96	21.87	18.21
114	-8.8	152.56	59.24	-31.08	6.16	-17.5	114	-16.3	145.06	51.74	-38.58	-1.34	-25
115	-10.96	153.56	58.76	-17.16	-42.23	-59.89	115	-10.59	153.93	59.13	-16.79	-41.86	-59.52
116	-11.64	151.96	57.6	2.07	-65.97	-123.63	116	-10.62	152.98	58.62	3.09	-64.95	-122.61
117	-12.04	151.84	57.16	12.65	-68.97	-89.49	117	-13.3	150.58	55.9	11.39	-70.23	-90.75
118	-13.04	149.48	52.36	22.5	-71.97	-22.62	118	-14.46	148.06	50.94	21.08	-73.39	-24.04
119	-13.28	150.2	53.88	2.55	-38.14	-3.18	119	-17.78	145.7	49.38	-1.95	-42.64	-7.68
120	-11.52	149.36	57.6	-3.65	-1.27	21.43	120	-11.64	149.24	57.48	-3.77	-1.39	21.31

Jumlah	649.6254	3459.12	1503.016	618.0554	618.0554
MSE	5.413545	28.826	12.52513	5.150462	5.150462
RMSE	2.326703	5.368985	3.539086	2.269463	2.269463
MAD	5.413545	28.826	12.52513	5.150462	5.150462
MAPE (%)	2.74241	2.032493	2.944761	123.1809	28.57359

DATA BENAR WISNU							DATA BENAR RIVAL							
No	Kuas						No	Kuas						
	Sensor			Sensor				Sensor			Sensor			
	Accelerometer		Gyroscope					Accelerometer		Gyroscope				
x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	
1	-3,92	148,96	72,6	-23,76	86,89	66,89	1	-3,01538	135,4182	60,5	-3,76	66,89	76,57	
2	-4	149,16	71,24	-81,19	66,06	46,06	2	-3,07692	135,6	59,36667	-31,19	46,06	65,74	
3	-3,64	149,12	72,36	-47,27	29,07	9,07	3	-2,8	135,5636	60,3	-17,27	9,07	18,75	
4	-3,84	148,68	70	41,96	-5,95	-25,95	4	-2,95385	135,1636	58,33333	1,96	-5,95	-26,27	
5	-2,72	147,72	72,76	82,54	-37,73	-67,73	5	-2,09231	134,2909	60,63333	12,54	-27,73	-68,05	
6	-3,24	149,88	71,88	92,39	-52,64	-142,64	6	-2,49231	136,2545	59,9	22,39	-52,64	-142,96	
7	-3,76	149,6	72,2	48,3	-62,67	-82,67	7	-2,89231	136	60,16667	8,3	-92,67	-82,99	
8	-2,72	151,6	71,72	-11,69	-48,5	-28,5	8	-2,09231	137,8182	59,76667	-0,69	-48,5	-28,82	
9	-1,44	150,68	72,04	-33,63	-11,63	-1,63	9	-1,10769	136,9818	60,03333	-3,63	-11,63	-1,95	
10	-0,24	151,92	71,96	-71,06	12,98	22,98	10	-0,18462	138,1091	59,96667	-31,06	12,98	42,66	
11	-0,2	150,88	71,84	-107,14	45,78	55,78	11	-0,15385	137,1636	59,86667	-17,14	25,78	75,46	
12	-0,72	151,44	72,76	12,09	79,44	109,44	12	-0,55385	137,6727	60,63333	2,09	59,44	129,12	
13	1,16	151,28	73,48	32,67	55,78	65,78	13	0,892308	137,5273	61,23333	12,67	25,78	65,46	
14	-0,92	151,08	71	52,52	19,07	19,07	14	-0,70769	137,3455	59,16667	22,52	9,07	28,75	
15	-0,28	151	73,32	28,43	-5,95	-15,95	15	-0,21538	137,2727	61,1	8,43	-5,95	-16,27	
16	-0,12	151,6	72,04	-11,56	-48,34	-58,34	16	-0,09231	137,8182	60,03333	-0,56	-48,34	-58,66	
17	-0,72	151,44	72,44	-33,99	-62,08	-142,08	17	-0,55385	137,6727	60,36667	-3,99	-72,08	-142,4	
18	-0,28	150,92	73,2	-61,42	-47,94	-87,94	18	-0,21538	137,2	61	-31,42	-47,94	-88,26	
19	0,64	152,48	70,64	-17,5	-11,07	-21,07	19	0,492308	138,6182	58,86667	-17,5	-11,07	-21,39	
20	0,64	151,68	72,68	11,73	23,54	-2,86	20	0,492308	137,8909	60,56667	1,73	13,54	-3,18	
21	-0,04	150,2	72,04	32,31	60	21,75	21	-0,03077	136,5455	60,03333	12,31	60	41,43	
22	0,48	151,84	73,04	62,16	26,34	54,55	22	0,369231	138,0364	60,86667	22,16	26,34	84,23	
23	-0,68	150	73,2	28,07	19,63	108,21	23	-0,52308	136,3636	61	8,07	9,63	137,89	
24	-0,2	150,24	71,84	-11,92	-5,39	64,55	24	-0,15385	136,5818	59,86667	-0,92	-5,39	74,23	
25	-0,72	150,92	72,72	-22,53	-47,78	17,84	25	-0,55385	137,2	60,6	-3,5	-47,78	37,52	
26	0,24	150,68	71,56	-79,96	-61,52	-17,18	26	0,184615	136,9818	59,63333	-30,93	-71,52	-17,5	
27	-0,08	150,4	71,64	-46,04	-47,38	-59,57	27	-0,06154	136,7273	59,7	-17,01	-47,38	-59,89	
28	-1,52	150,52	71,92	43,19	-10,51	-123,31	28	-1,16923	136,8364	59,93333	2,22	-10,51	-123,63	
29	-1,24	151,16	72,92	83,77	14,1	-89,17	29	-0,95385	137,4182	60,76667	12,8	14,1	-89,49	
30	-0,8	151,2	72,68	93,62	40,56	-22,3	30	-0,61538	137,4545	60,56667	22,65	60,56	-22,62	
31	-0,84	150,12	72,32	49,53	62,86	0,68	31	-0,64615	136,4727	60,26667	8,56	62,86	11,36	
32	-0,88	151,2	69,88	-10,46	22,49	25,29	32	-0,67692	137,4545	58,23333	-0,43	12,49	44,97	
33	-1,76	151,96	71,84	-32,4	-2,53	58,09	33	-1,35385	138,1455	59,86667	-4,1	-2,53	87,77	
34	-0,76	149,96	71,6	-69,83	-44,92	101,75	34	-0,58462	136,3273	59,66667	-31,53	-44,92	121,43	
35	-1,4	151,88	72,4	-105,91	-68,66	68,09	35	-1,07692	138,0727	60,33333	-17,61	-68,66	87,77	
36	-0,52	151,56	72,32	13,32	-45,63	21,38	36	-0,4	137,7818	60,26667	1,62	-45,63	41,06	
37	-1,84	150,04	72,4	33,9	-8,76	-13,64	37	-1,41538	136,4	60,33333	12,2	-8,76	-13,96	
38	-0,76	149,92	70,6	53,75	15,85	-56,03	38	-0,58462	136,2909	58,83333	22,05	15,85	-56,35	
39	-1,04	150,64	71,32	29,66	62,31	-119,77	39	-0,8	136,9455	59,43333	7,96	62,31	-120,09	
40	-1,52	150,64	69,76	-10,33	28,65	-85,63	40	-1,16923	136,9455	58,13333	-1,03	28,65	-85,95	
41	-0,16	150,44	68,44	-32,76	11,94	-18,76	41	-0,12308	136,7636	57,03333	-3,41	11,94	-19,08	
42	0,08	149,84	68,76	-60,19	-3,08	2,69	42	0,061538	136,2182	57,3	-30,84	-3,08	12,37	
43	-0,32	149,88	70,2	-16,27	-45,47	27,3	43	-0,24615	136,2545	58,5	-16,92	-45,47	46,98	
44	0,48	150,76	69,96	12,96	-69,21	60,1	44	0,369231	137,0545	58,3	2,31	-69,21	79,78	
45	1,96	151,96	70,08	33,54	-45,07	93,76	45	1,507692	138,1455	58,4	12,89	-45,07	123,44	
46	2,76	151,92	68,8	63,39	-8,2	70,1	46	2,123077	138,1091	57,33333	22,74	-8,2	79,78	
47	4,48	151,88	69,12	29,3	16,41	23,39	47	3,446154	138,0727	57,6	8,65	16,41	43,07	
48	4,24	151,32	68,32	-10,69	62,87	-11,63	48	3,261538	137,5636	56,93333	-0,34	62,87	-11,95	
49	5,2	150,88	68,36	-21,41	85,17	-54,02	49	4	137,1636	56,96667	-3,64	65,17	-54,34	
50	5,96	151,12	68,32	-78,84	14,8	-117,76	50	4,584615	137,3818	56,93333	-31,07	14,8	-118,08	
51	7,12	150,68	66,64	-44,92	-0,22	-83,62	51	5,476923	136,9818	55,53333	-17,15	-0,22	-83,94	
52	6,52	150,72	65,08	44,31	-42,61	-16,75	52	5,015385	137,0182	54,23333	2,08	-42,61	-17,07	
53	6,12	150,08	65,8	84,89	-66,35	-5,95	53	4,707692	136,4364	54,83333	12,66	-66,35	-6,27	
54	5,32	150,8	65,44	94,74	-43,32	18,66	54	4,092308	137,0909	54,53333	22,51	-43,32	28,34	
55	5,12	150,28	66,04	50,65	-6,45	51,46	55	3,938462	136,6182	55,03333	8,42	-6,45	61,14	
56	4,32	150,4	67,24	-9,34	18,16	105,12	56	3,323077	136,7273	56,03333	-0,57	18,16	124,8	
57	2,6	151,4	64,68	-31,28	64,62	61,46	57	2	137,6364	53,9	-3,42	64,62	81,14	
58	1,96	151,92	66,96	-68,71	30,96	14,75	58	1,507692	138,1091	55,8	-30,85	30,96	44,43	
59	1,68	151,52	66,28	-104,79	14,25	-20,27	59	1,292308	137,7455	55,23333	-16,93	14,25	-20,59	
60	1,6	101,48	69,12	14,44	-0,77	-62,66	60	1,230769	92,25455	57,6	2,3	-0,77	-62,98	
61	2,64	101,88	68,52	35,02	-43,16	-126,4	61	2,030769	92,61818	57,1	12,88	-43,16	-126,72	
62	2,28	102,12	68,8	54,87	-66,9	-92,26	62	1,753846	92,83636	57,33333	22,73	-66,9	-92,58	
63	1,8	101,96	67,56	30,78	-42,76	-25,39	63	1,384615	92,69091	56,3	8,64	-42,76	-25,71	
64	1,52	95,32	66,64	-9,21	-5,89	-3,94	64	1,169231	86,65455	55,53333	-0,35	-5,89	-4,26	
65	0,84	95,52	67,08	-31,64	18,72	20,67	65	0,646154	86,83636	55,9	-3,2	18,72	20,35	
66	1,8	95,96	37,6	-59,07	65,18	53,47	66	1,384615	87,23636	31,33333	-30,63	65,18	53,15	
67	2,44	94,12	37,2	-15,15	67,48	107,13	67	1,876923	85,56364	31	-16,71	67,48	116,81	
68	2,48	93,96	26,32	14,08	17,11	63,47	68	1,907692	85,41818	21,93333	2,52	17,11	63,15	
69	2,6	93,08	21,92	34,66	2,09	16,76	69	2	84,61818	18,26667	13,1	2,09	16,44	
70	2,2	93,92	19,52	64,51	-40,3	-18,26	70	1,692308	85,38182	16,26667	22,95	-40,3	-18,58	

71	2,12	94,6	21,12	30,42	-64,04	-60,65	71	1,630769	86	17,6	8,86	-64,04	-60,97
72	2,12	93,16	18,4	-9,57	-41,01	-124,39	72	1,630769	84,69091	15,33333	-0,13	-41,01	-124,71
73	3,04	92,28	19,4	-26,1	-4,14	-90,25	73	2,338462	83,89091	16,16667	-3,09	-4,14	-90,57
74	2,64	93	19,64	-83,53	20,47	-23,38	74	2,030769	84,54545	16,36667	-30,52	20,47	-23,7
75	2,88	94,36	18,72	-49,61	66,93	-1,42	75	2,215385	85,78182	15,6	-16,6	66,93	-1,74
76	2,56	92,88	9,48	39,62	33,27	23,19	76	1,969231	84,43636	7,9	2,63	33,27	22,87
77	2,96	91,56	14,04	80,2	16,56	55,99	77	2,276923	83,23636	11,7	13,21	16,56	55,67
78	1,6	92	11,32	90,05	1,54	109,65	78	1,230769	83,63636	9,433333	23,06	1,54	109,33
79	1,92	91,88	11,6	45,96	-10,85	65,99	79	1,476923	83,52727	9,666667	8,97	-40,85	65,67
80	1,48	92,36	14,96	-14,03	-64,59	19,28	80	1,138462	83,96364	12,46667	-0,02	-64,59	18,96
81	0,36	94,72	-1	-35,97	-40,45	-15,74	81	0,276923	86,10909	-0,83333	-3,3	-40,45	-16,06
82	2,24	94,44	-4,12	-73,4	-3,58	-58,13	82	1,723077	85,85455	-3,43333	-30,73	-3,58	-58,45
83	0,28	92,68	-1,68	-109,48	21,03	-121,87	83	0,215385	84,25455	-1,4	-16,81	21,03	-122,19
84	-4,04	91,36	4,84	9,75	47,49	-87,73	84	-3,10769	83,05455	4,033333	2,42	67,49	-88,05
85	-7,24	91,68	12,6	30,33	69,79	-20,86	85	-5,56923	83,34545	10,5	13	69,79	-21,18
86	-10,16	92,28	9,04	50,18	19,42	-4,85	86	-7,81538	83,89091	7,533333	22,85	19,42	-5,17
87	-13,56	92,96	0,32	26,09	4,4	19,76	87	-10,4308	84,50909	0,266667	8,76	4,4	19,44
88	-20,32	93,76	-4,28	-13,9	-37,99	52,56	88	-15,6308	85,23636	-3,56667	-0,23	-37,99	52,24
89	-26,68	93,28	0,28	-36,33	-61,73	106,22	89	-20,5231	84,8	0,233333	-3,17	-61,73	105,9
90	-28,24	96,84	-6,12	-63,76	-38,7	62,56	90	-21,7231	88,03636	-5,1	-30,6	-38,7	62,24
91	-33,64	89	-7,44	-19,84	-11,83	15,85	91	-25,8769	80,90909	-6,2	-16,68	-1,83	15,53
92	-37,52	90	-5,48	9,39	42,78	-19,17	92	-28,8615	81,81818	-4,56667	2,55	22,78	-19,49
93	-40,28	90,04	-12,08	29,97	89,24	-61,56	93	-30,9846	81,85455	-10,0667	13,13	69,24	-61,88
94	-39,04	91,52	-13,76	59,82	65,58	-125,3	94	-30,0308	83,2	-11,4667	22,98	35,58	-125,62
95	14,12	90,12	-17,6	25,73	28,87	-91,16	95	10,86154	81,92727	-14,6667	8,89	18,87	-91,48
96	9,72	91,28	-9,72	-14,26	3,85	-24,29	96	7,476923	82,98182	-8,1	-0,1	3,85	-24,61
97	8,4	94,04	-4,72	-25	-38,54	1,58	97	6,461538	85,49091	-3,93333	-2,49	-38,54	1,26
98	12,16	90,12	-27,8	-82,43	-62,28	26,19	98	9,353846	81,92727	-23,1667	-29,92	-62,28	25,87
99	14,2	88,84	-13,56	-48,51	-38,14	58,99	99	10,92308	80,76364	-11,3	-16	-38,14	58,67
100	17,24	90,32	-19,96	40,72	-1,27	102,65	100	13,26154	82,10909	-16,6333	3,23	-1,27	102,33
101	16,6	90,16	-17,48	81,3	23,34	68,99	101	12,76923	81,96364	-14,5667	13,81	23,34	68,67
102	17,44	91,8	-11,4	91,15	69,8	22,28	102	13,41538	83,45455	-9,5	23,66	69,8	21,96
103	15,84	91,68	-13,72	47,06	102,1	-12,74	103	12,18462	83,34545	-11,4333	9,57	72,1	-13,06
104	13,52	92,32	-10,52	-12,93	41,73	-55,13	104	10,4	83,92727	-8,76667	0,58	21,73	-55,45
105	17,44	91,6	-8,76	-34,87	16,71	-118,87	105	13,41538	83,27273	-7,3	-0,52	6,71	-119,19
106	26,48	91,04	-23,8	-72,3	-35,68	-84,73	106	20,36923	82,76364	-19,8333	-27,95	-35,68	-85,05
107	29,36	88,92	-34,6	-108,38	-68,42	-17,86	107	22,58462	80,83636	-28,8333	-14,03	-68,42	-18,18
108	31,08	88,2	-29,8	10,85	-36,39	-2,86	108	23,90769	80,18182	-24,8333	5,2	-36,39	-3,18
109	28,28	89	-42,88	31,43	11,48	21,75	109	21,75385	80,90909	-35,7333	15,78	0,48	21,43
110	22,24	90,76	-61,96	51,28	45,09	54,55	110	17,10769	82,50909	-51,6333	25,63	25,09	54,23
111	17,24	90,48	-60,48	27,19	91,55	108,21	111	13,26154	82,25455	-50,4	11,54	71,55	107,89
112	14,92	89,6	-61,4	-12,8	67,89	64,55	112	11,47692	81,45455	-51,1667	2,55	37,89	64,23
113	9,76	89,44	-64,08	-35,23	41,18	17,84	113	7,507692	81,30909	-53,4	-3,65	21,18	17,52
114	5,84	88,04	-74,52	-62,66	6,16	-17,18	114	4,492308	80,03636	-62,1	-31,08	6,16	-17,5
115	5,96	89,76	-74,96	-18,74	-42,23	-59,57	115	4,584615	81,6	-62,4667	-17,16	-42,23	-59,89
116	9,72	89,72	-78,48	10,49	-65,97	-123,31	116	7,476923	81,56364	-65,4	2,07	-65,97	-123,63
117	15,72	90,68	-80,28	31,07	-58,97	-89,17	117	12,09231	82,43636	-66,9	12,65	-68,97	-89,49
118	19,2	89,96	-81,12	60,92	-41,97	-22,3	118	14,76923	81,78182	-67,6	22,5	-71,97	-22,62
119	26,48	89,68	-80,12	-25	-38,54	1,58	119	20,36923	81,52727	-66,7667	2,55	-38,14	-3,18
120	34,2	87,84	-81,2	-82,43	-62,28	26,19	120	26,30769	79,85455	-67,6667	-3,65	-1,27	21,43

Jumlah	955,8055	15391,77	10989,78	176320,7	16843,38	11225,76
MSE	7,965046	128,2647	91,58147	1469,339	140,3615	93,54799
RMSE	2,822241	11,3254	9,569821	38,33196	11,84743	9,672021
MAD	0,500154	11,00861	5,222	0,071583	3,579917	-4,19767
MAPE (%)	2,307692	9,090909	16,66667	73,45623	14,55542	32,62677

DATA BENAR							DATA SALAH							
Spray							Spray Salah Tanpa Ayun							
No	Sensor						No	Sensor						
	Accelerometer			Gyroscope				Accelerometer			Gyroscope			
	x	y	z	x	y	z		x	y	z	x	y	z	
1	-4.96	152.52	62.88	-3.76	66.89	76.57	1	25.88	139.36	70.68	-23.76	86.65	66.89	
2	-5.28	152	62.04	-31.19	46.06	65.74	2	26.88	139.64	71.68	-81.19	65.82	46.06	
3	-5	152.84	62.68	-17.27	9.07	18.75	3	26.56	139.08	71.36	-47.27	28.83	9.07	
4	-4.8	152.36	61.8	1.96	-5.95	-26.27	4	26.64	138.64	72.44	41.96	-6.19	-25.95	
5	-5.2	152.96	60.68	12.54	-27.73	-68.05	5	27.16	138.2	71.48	82.54	-37.97	-67.73	
6	-4.44	152.96	62.04	22.39	-52.64	-142.96	6	26.64	138.52	72.12	92.39	-52.88	-142.64	
7	-5.32	153.68	63.65	8.3	-92.67	-82.99	7	27.8	138.52	71.4	48.3	-62.91	-82.67	
8	-5.52	153.12	68.69	-0.69	-48.5	-28.82	8	26.92	137.96	71.6	-11.69	-48.74	-28.5	
9	-3.32	153.24	74.65	-3.63	-11.63	-1.95	9	27.76	138.24	70.32	-33.63	-11.87	-1.63	
10	-0.52	145	77.34	-31.06	12.98	42.66	10	25.56	139.24	70.52	-71.06	12.74	22.98	
11	-1.2	137	75.65	-17.14	25.78	75.46	11	26.52	139.24	71.84	-107.14	45.54	55.78	
12	-1.52	130	74.33	2.09	59.44	129.12	12	27.36	139.36	70.8	12.09	79.2	109.44	
13	0.28	137	67.39	12.67	25.78	65.46	13	27.96	138.8	72.12	32.67	55.54	65.78	
14	4.16	135	63.16	22.52	9.07	28.75	14	26.52	139.04	71.16	52.52	18.83	19.07	
15	11.08	139	62.16	8.43	-5.95	-16.27	15	26.64	138.08	72.28	28.43	-6.19	-15.95	
16	18.28	152.56	63.6	-0.56	-48.34	-58.66	16	26.92	138.48	72.6	-11.56	-48.58	-58.34	
17	19.2	160	62.92	-3.99	-72.08	-142.4	17	26.8	137.64	72.56	-33.99	-62.32	-142.08	
18	18.64	155	63.52	-31.42	-47.94	-88.26	18	26.52	138	72.44	-61.42	-48.18	-87.94	
19	15.88	153.16	64	-17.5	-11.07	-21.39	19	26.84	137.52	73.36	-17.5	-11.31	-21.07	
20	13.84	151.8	64.32	1.73	13.54	-3.18	20	26.68	137.4	73.32	11.73	23.3	-2.86	
21	13.16	151.48	64.24	12.31	60	41.43	21	27.6	138.68	72	32.31	59.76	21.75	
22	4.36	150.8	64.64	22.16	26.34	84.23	22	27.32	138.48	71.8	62.16	26.1	54.55	
23	3.32	152.92	62.56	8.07	9.63	137.89	23	27.8	137.64	72.08	28.07	19.39	108.21	
24	1.96	153.04	61.4	-0.92	-5.39	74.23	24	25.72	138.48	72.24	-11.92	-5.63	64.55	
25	1.44	153.36	62.56	-3.5	-47.78	37.52	25	26.32	139.56	73	-22.53	-48.02	17.84	
26	-0.16	153.04	62.04	-30.93	-71.52	-17.5	26	26.84	138.12	72.28	-79.96	-61.76	-17.18	
27	-2.68	152.12	61.32	-17.01	-47.38	-59.89	27	26.36	138.52	72.44	-46.04	-47.62	-59.57	
28	-5.4	153.88	60.4	2.22	-10.51	-123.63	28	25.76	139.08	71.48	43.19	-10.75	-123.31	
29	-6.96	154.4	61.84	12.8	14.1	-89.49	29	28.08	138.36	71.8	83.77	13.86	-89.17	
30	-9.76	145	62.84	22.65	60.56	-22.62	30	26.64	138.4	71.4	93.62	40.32	-22.3	
31	-10.8	137	64	8.56	62.86	11.36	31	26.16	139.24	70.2	49.53	62.62	0.68	
32	-10.44	130	68.8	-0.43	12.49	44.97	32	25.92	137.96	71.08	-10.46	22.25	25.29	
33	-9.72	137	71.52	-4.1	-2.53	87.77	33	26.08	139.2	69.8	-32.4	-2.77	58.09	
34	-11.52	135	74.2	-31.53	-44.92	121.43	34	26.56	138.36	71.76	-69.83	-45.16	101.75	
35	-12.84	139	77.24	-17.61	-68.66	87.77	35	25.92	137.44	71.08	-105.91	-68.9	68.09	
36	-13.08	153.08	76.32	1.62	-45.63	41.06	36	27.6	137.6	72.08	13.32	-45.87	21.38	
37	-14.48	160	77.92	12.2	-8.76	-13.96	37	25.92	138.64	70.72	33.9	-9	-13.64	
38	-14.8	155	75.88	22.05	15.85	-56.35	38	27.56	138.52	71.96	53.75	15.61	-56.03	
39	-15.76	153.16	73.48	7.96	62.31	-120.09	39	27.48	138	70.24	29.66	62.07	-119.77	
40	-13.16	153.44	74.36	-1.03	28.65	-85.95	40	27.04	139.08	69.16	-10.33	28.41	-85.63	
41	-11.6	152.44	70.44	-3.41	11.94	-19.08	41	26.76	138.2	70.24	-32.76	11.7	-18.76	
42	-1	151.72	73.68	-30.84	-3.08	12.37	42	26.36	139.12	70.48	-60.19	-3.32	2.69	
43	-0.92	152.32	76.72	-16.92	-45.47	46.98	43	26.8	138.4	69.72	-16.27	-45.71	27.3	
44	-0.76	154.04	83.4	2.31	-69.21	79.78	44	25.72	138.92	68.48	12.96	-69.45	60.1	
45	0.76	154.72	77.3	12.89	-45.07	123.44	45	26.2	139.08	70.24	33.54	-45.31	93.76	
46	2.32	153.2	75.38	22.74	-8.2	79.78	46	27.08	139.64	70.64	63.39	-8.44	70.1	
47	3.8	152.32	77.42	8.65	16.41	43.07	47	26.12	139.12	68.92	29.3	16.17	23.39	
48	3.84	151.4	81.26	-0.34	62.87	-11.95	48	26.36	140.36	70.48	-10.69	62.63	-11.63	
49	3.92	153.28	82.38	-3.64	65.17	-54.34	49	26.8	139.52	70.48	-21.41	84.93	-54.02	
50	4.92	152.76	77.81	-31.07	14.8	-118.08	50	27.36	139.36	70.8	-78.84	14.56	-117.76	
51	3.44	152.2	75.78	-17.15	-0.22	-83.94	51	27.96	138.8	72.12	-44.92	-0.46	-83.62	
52	2.96	144.04	75.18	2.08	-42.61	-17.07	52	26.52	139.04	71.16	44.31	-42.85	-16.75	
53	5.2	132.24	73.74	12.66	-66.35	-6.27	53	26.64	138.08	72.28	84.89	-66.59	-5.95	
54	5	128.44	58.16	22.51	-43.32	28.34	54	26.92	138.48	72.6	94.74	-43.56	18.66	
55	6.04	132.88	51.96	8.42	-6.45	61.14	55	26.8	137.64	72.56	50.65	-6.69	51.46	
56	7.24	130.88	63.6	-0.57	18.16	124.8	56	26.52	138	72.44	-9.34	17.92	105.12	
57	7.36	130.16	52.84	-3.42	64.62	81.14	57	26.84	137.52	73.36	-31.28	64.38	61.46	
58	7.84	133.48	70.8	-30.85	30.96	44.43	58	26.68	137.4	73.32	-68.71	30.72	14.75	
59	9.32	140.72	73.52	-16.93	14.25	-20.59	59	27.6	138.68	72	-104.79	14.01	-20.27	
60	9.68	148.48	78.68	2.3	-0.77	-62.98	60	27.32	138.48	71.8	14.44	-1.01	-62.66	
61	9.6	152.76	81.56	12.88	-43.16	-126.72	61	27.8	137.64	72.08	35.02	-43.4	-126.4	

62	10.32	156.96	85.92	22.73	-66.9	-92.58	62	25.72	138.48	72.24	54.87	-67.14	-92.26
63	12.6	160.08	84.2	8.64	-42.76	-25.71	63	26.32	139.56	73	30.78	-43	-25.39
64	13.76	160.24	78.96	-0.35	-5.89	-4.26	64	26.84	138.12	72.28	-9.21	-6.13	-3.94
65	13.52	155.16	78	-3.2	18.72	20.35	65	26.36	138.52	72.44	-31.64	18.48	20.67
66	11.92	146.92	76.96	-30.63	65.18	53.15	66	25.76	139.08	71.48	-59.07	64.94	53.47
67	0.92	143.24	75.08	-16.71	67.48	116.81	67	28.08	138.36	71.8	-15.15	67.24	107.13
68	-0.6	141.52	71.4	2.52	17.11	63.15	68	27.56	138.52	71.96	14.08	16.87	63.47
69	-1.12	140.24	69.8	13.1	2.09	16.44	69	27.48	138	70.24	34.66	1.85	16.76
70	-3.88	138.28	69.4	22.95	-40.3	-18.58	70	27.04	139.08	69.16	64.51	-40.54	-18.26
71	-7.08	140.64	70.92	8.86	-64.04	-60.97	71	26.76	138.2	70.24	30.42	-64.28	-60.65
72	-12.68	146.52	71.52	-0.13	-41.01	-124.71	72	26.36	139.12	70.48	-9.57	-41.25	-124.39
73	-18.2	151.44	68.08	-3.09	-4.14	-90.57	73	26.8	138.4	69.72	-26.1	-4.38	-90.25
74	-21.36	152.72	61.12	-30.52	20.47	-23.7	74	25.72	138.92	68.48	-83.53	20.23	-23.38
75	-23.8	148.76	63.6	-16.6	66.93	-1.74	75	26.2	139.08	70.24	-49.61	66.69	-5
76	-25.28	146.72	70.68	2.63	33.27	22.87	76	27.08	139.64	70.64	39.62	33.03	25
77	-25.36	145.28	74.68	13.21	16.56	55.67	77	26.56	139.08	71.36	80.2	16.32	55.99
78	-23.52	145.84	72.08	23.06	1.54	109.33	78	26.64	138.64	72.44	90.05	1.3	109.65
79	-7.96	147.16	67.68	8.97	-40.85	65.67	79	27.16	138.2	71.48	45.96	-11.09	67.13
80	-5.6	150.48	63.32	-0.02	-64.59	18.96	80	26.64	138.52	72.12	-14.03	-64.83	23.46
81	-2.04	151.64	69.92	-3.3	-40.45	-16.06	81	27.8	138.52	71.4	-35.97	-40.69	-15.74
82	2.08	152.56	72.36	-30.73	-3.58	-58.45	82	26.92	137.96	71.6	-73.4	-3.82	-64.58
83	8.2	149.88	69.72	-16.81	21.03	-122.19	83	27.76	138.24	70.32	-109.48	20.79	-121.87
84	16.88	143.92	73.04	2.42	67.49	-88.05	84	25.56	139.24	70.52	9.75	47.25	-87.73
85	26.44	142.12	76.4	13	69.79	-21.18	85	26.52	139.24	71.84	30.33	69.55	-20.86
86	28.56	144.52	78.6	22.85	19.42	-5.17	86	26.8	138.4	69.72	50.18	19.18	-4.85
87	29.16	147.52	75.88	8.76	4.4	19.44	87	25.72	138.92	68.48	26.09	4.16	19.76
88	27.68	151.88	70.84	-0.23	-37.99	52.24	88	26.2	139.08	70.24	-13.9	-38.23	48.63
89	22.92	157.56	70.76	-3.17	-61.73	105.9	89	27.08	139.64	70.64	-36.33	-61.97	106.22
90	12.16	161	69.96	-30.6	-38.7	62.24	90	26.56	139.08	71.36	-63.76	-38.94	62.56
91	9.52	165.48	69.8	-16.68	-1.83	15.53	91	26.64	138.64	72.44	-19.84	-12.07	15.85
92	10.32	164.96	76.48	2.55	22.78	-19.49	92	27.16	138.2	71.48	9.39	42.54	-19.17
93	8.2	162.84	71.76	13.13	69.24	-61.88	93	26.64	138.52	72.12	29.97	89	-61.56
94	7.24	158.92	67.36	22.98	35.58	-125.62	94	27.8	138.52	71.4	59.82	65.34	-125.3
95	5.64	154.6	64.88	8.89	18.87	-91.48	95	27.48	138	70.24	25.73	28.63	-91.16
96	5.2	150.96	63.08	-0.1	3.85	-24.61	96	27.04	139.08	69.16	-14.26	3.61	-24.29
97	-2.44	148.84	62.52	-2.49	-38.54	1.26	97	26.76	138.2	70.24	-25	-38.78	1.58
98	-4.32	147.56	59.44	-29.92	-62.28	25.87	98	26.36	139.12	70.48	-82.43	-62.52	26.19
99	-21.4	144.84	56.04	-16	-38.14	58.67	99	26.8	138.4	69.72	-48.51	-38.38	58.99
100	-25.84	140.96	49.6	3.23	-1.27	102.33	100	25.72	138.92	68.48	40.72	-1.51	98.64
101	-31.8	138.84	46.44	13.81	23.34	68.67	101	26.2	139.08	70.24	81.3	23.1	55.61
102	-43.4	141.64	44.4	23.66	69.8	21.96	102	27.08	139.64	70.64	91.15	69.56	22.28
103	-48.48	141.68	43.56	9.57	72.1	-13.06	103	27.56	138.52	71.96	47.06	101.86	-12.74
104	-48.8	145.2	41.08	0.58	21.73	-55.45	104	27.48	138	70.24	-12.93	41.49	-55.13
105	-39.72	148.36	40.36	-0.52	6.71	-119.19	105	27.04	139.08	69.16	-34.87	16.47	-118.87
106	-29.76	152.44	48.4	-27.95	-35.68	-85.05	106	26.76	138.2	70.24	-72.3	-35.92	-84.73
107	-19.44	156.36	50.76	-14.03	-68.42	-18.18	107	26.36	139.12	70.48	-108.38	-68.66	-17.86
108	-11.08	157.12	55.44	5.2	-36.39	-3.18	108	26.8	138.4	69.72	10.85	-36.63	-2.86
109	-25.04	155.64	61.88	15.78	0.48	21.43	109	25.72	138.92	68.48	31.43	11.24	21.75
110	-22.4	154.68	61	25.63	25.09	54.23	110	26.2	139.08	70.24	51.28	44.85	54.55
111	-17.4	153.56	58.32	11.54	71.55	107.89	111	27.08	139.64	70.64	27.19	91.31	108.21
112	-12.8	152.56	62.16	2.55	37.89	64.23	112	26.8	138.4	69.72	-12.8	67.65	64.55
113	-8.04	152.48	64.4	-3.65	21.18	17.52	113	25.72	138.92	68.48	-35.23	40.94	17.84
114	-8.8	152.56	59.24	-31.08	6.16	-17.5	114	26.2	139.08	70.24	-62.66	5.92	-17.18
115	-10.96	153.56	58.76	-17.16	-42.23	-59.89	115	27.08	139.64	70.64	-18.74	-42.47	-59.57
116	-11.64	151.96	57.6	2.07	-65.97	-123.63	116	27.56	138.52	71.96	10.49	-66.21	-123.31
117	-12.04	151.84	57.16	12.65	-68.97	-89.49	117	27.48	138	70.24	31.07	-59.21	-89.17
118	-13.04	149.48	52.36	22.5	-71.97	-22.62	118	27.04	139.08	69.16	60.92	-42.21	-22.3
119	-13.28	150.2	53.88	2.55	-38.14	-3.18	119	26.76	138.2	70.24	-25	-38.78	1.58
120	-11.52	149.36	57.6	-3.65	-1.27	21.43	120	26.36	139.12	70.48	-82.43	-62.52	26.19

Jumlah	134391.5	19896.16	12702.08	176320.7	16644.09	11497.27
MSE	1119.929	165.8014	105.8506	1469.339	138.7007	95.81062
RMSE	33.46534	12.87639	10.28837	38.33196	11.77713	9.78829
MAD	1119.929	165.8014	105.8506	1469.339	138.7007	95.81062
MAPE (%)	83.56878	7.548024	13.71271	1385.33	82.7953	13.48545

HASIL AKHIR PERBANDINGAN RMSE

Spraying

Indikator	Data Gerakan Benar			Data Gerakan Salah		
	<i>Accelerometer</i>			<i>Accelerometer</i>		
	x	y	z	x	y	z
MSE	5,413545	28,826002	12,569693	1119,9292	165,80136	105,85063
RMSE	2,3267026	5,3689852	3,5453762	33,465344	12,876388	10,288373
MAD	1,0758333	-0,302667	1,60075	-29,957	10,256667	-4,20375
MAPE	2,7424102	2,0324931	2,9656614	83,568778	7,548024	13,71271

Indikator	Data Gerakan Benar			Data Gerakan Salah		
	<i>Gyroscope</i>			<i>Gyroscope</i>		
	x	y	z	x	y	z
MSE	5,19367	5,203935	5,192375	1469,3389	138,70074	95,810617
RMSE	2,2789625	2,2812135	2,2786783	38,331956	11,777128	9,7882898
MAD	1,044	1,046	1,0443333	-0,071583	-3,339917	4,3995
MAPE	123,83126	28,81719	7,9168197	1385,3305	82,7953	13,485446

Brusing

Indikator	Data Gerakan Benar			Data Gerakan Salah		
	<i>Accelerometer</i>			<i>Accelerometer</i>		
	x	y	z	x	y	z
MSE	4,7188675	10,808619	13,676909	7,9650462	128,26474	91,581468
RMSE	2,1722954	3,2876464	3,6982305	2,8222413	11,325402	9,5698207
MAD	-0,92525	0,28025	0,59375	0,5001538	11,008606	5,222
MAPE	21,668434	1,885323	18,608267	2,3076923	9,0909091	16,666667

Indikator	Data Gerakan Benar			Data Gerakan Salah		
	<i>Gyroscope</i>			<i>Gyroscope</i>		
	x	y	z	x	y	z
MSE	13,680723	13,603493	10,10289	1469,3389	140,3615	93,547987
RMSE	3,6987461	3,6882913	3,1785044	38,331956	11,847426	9,6720208
MAD	0,5924167	0,5879167	0,1523333	0,0715833	3,5799167	-4,197667
MAPE	10,041041	33,554666	12,927084	73,45623	14,555416	32,626766

BIODATA PENULIS



Wisnu Adi Pratama, itulah nama lengkap penulis. Dilahirkan di Madiun pada 27 April 1995 silam, Penulis merupakan anak pertama dalam keluarga. Penulis menempuh pendidikan formal tingkat dasar pada TK Dharmawanita 2, kemudian melanjutkan ke SDN 01 WINONGO, SMPN 3 MADIUN dan SMAN 3 MADIUN. Setelah lulus SMA, Penulis diterima di Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS pada tahun 2013 melalui jalur SNMPTN undangan.

Di Departemen Teknik Perkapalan Penulis mengambil Bidang Studi Industri dan Manajemen Perkapalan. Selama masa studi di ITS, selain kuliah Penulis juga pernah menjadi *staff* Departemen Kemahasiswaan Himpunan Mahasiswa Teknik Perkapalan FTK ITS 2014/2015. Selain itu, Penulis juga pernah menjadi Anggota *Sub Event* Surabaya *Sailing Competition* (SFSC) Semarak Mahasiswa Teknik Perkapalan (SAMPAN) 8. Penulis tercatat pernah menjadi *carry* pada turnamen dota pada acara SAMPAN 9 di Jurusan Teknik Perkapalan ITS.

Email: adimbelonk10@gmail.com