

**PENGEMBANGAN METODE PENDETEKSIAN PERGERAKAN
KEPALA BERBASIS SENSOR INTERNAL PADA PERANGKAT
BERGERAK BERBASIS iOS**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun oleh:

Imam Safii

NIM: 115060807111108



PROGRAM STUDI INFORMATIKA/ILMU KOMPUTER
PROGRAM TEKNOLOGI INFORMASI DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2016

PENGESAHAN

PENGEMBANGAN METODE PENDETEKSIAN PERGERAKAN KEPALA BERBASIS
SENSOR INTERNAL PADA PERANGKAT BERGERAK BERBASIS iOS

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun Oleh :

Imam Safii

NIM: 115060807111108

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
14 Januari 2016

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Dr. Eng Herman Tolle, ST., MT.
NIP: 19740823 200012 1 001

Agi Putra Kharisma, S.T., M.T.
NIK: 201304 860430 1 001

Mengetahui
Ketua Program Studi Informatika/Ilmu Komputer

Drs. Marji., M.T.
NIP: 19670801 199203 1 001

PERNYATAAN ORISINALITAS

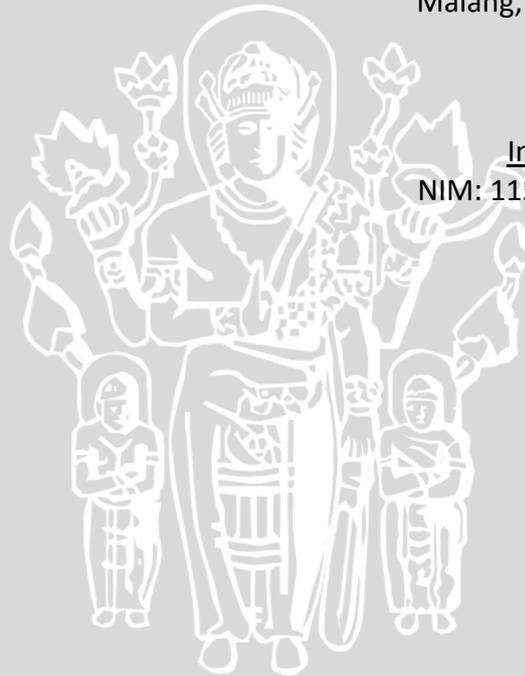
Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila ternyata didalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiasi, saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (sarjana) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, 14 Januari 2016

Imam Safii

NIM: 115060807111108



KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena hanya dengan rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengembangan Metode Pendeteksian Pergerakan Kepala Berbasis Sensor Internal pada Perangkat Bergerak Berbasis iOS”. Melalui kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan batuan dan dukungan selama penulisan skripsi ini, diantaranya:

1. Bapak Dr. Eng Herman Tolle, ST., MT. selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan masukan dan ilmu serta saran dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Agi Putra Kharisma, S.T., M.T selaku dosen pembimbing II yang juga memberikan masukan dan ilmu serta saran dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Kepada kedua orang tua yaitu Bapak Muzakki dan Ibu Sumriyah beserta keluarga besar atas segala doa, nasehat dan dukungan yang diberikan hingga terselesainya skripsi ini.
4. Bapak Ir. Sutrisno, M.T, Bapak Ir. Heru Nurwasito, M.Kom, Bapak Himawat Aryadita, S.T., M.Sc dan Bapak Edy Santoso, S.Si., M.Kom selaku Ketua, Wakil Ketua 1, Wakil Ketua 2, dan Wakil Ketua 3 Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya.
5. Bapak Drs. Marji, M.T. dan Bapak Issa Arwani, S.Kom., M.Sc. selaku Ketua dan Sekretaris Program Studi Informatika/Ilmu Komputer, Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya.
6. Bapak Sabriansyah Rizqika Akbar, S.T., M.Eng selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan pengarahan selama penulis menempuh pendidikan di Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya.
7. Seluruh Dosen Informatika/Ilmu Komputer Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya atas kesediaannya membagi ilmunya kepada penulis.
8. Teman-teman kelas D Informatika 2011 yang selalu memberi semangat dan membantu dalam pengerjaan skripsi ini.
9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang terlibat secara langsung atau tidak langsung agar terselesaikannya skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan untuk menyempurnakan skripsi ini. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pihak lain yang menggunakannya.

Malang, 14 Januari 2016

Penulis
imaamm.dev@gmail.com

ABSTRAK

Imam Safii. 2016. : Pengembangan Metode Pendeteksian Pergerakan Kepala Berbasis Sensor Internal pada Perangkat Bergerak Berbasis iOS. Skripsi Program Studi Informatika/Illmu Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya. Dosen Pembimbing: Dr. Eng Herman Tolle, ST., MT. Dan Agi Putra Kharisma, S.T., M.T.

Google Cardboard merupakan alat berbentuk kacamata yang baru-baru ini sangat populer. mampu menyajikan konsep visualisasi 3D dengan bermodalkan bahan kardus dan *smartphone* sebagai alat *display*. Pemanfaatan *Cardboard* sejauh ini masih terbatas sebagai media *display* untuk aplikasi 3D ataupun Virtual Reality, belum banyak pemanfaatan ke arah sistem kendali yang memanfaatkan alat ini. Sistem kendali dengan pergerakan kepala sangat berguna untuk membantu pengguna dengan kekurangan fisik atau penyandang disabilitas dalam berinteraksi dengan sebuah sistem atau komputer. Namun, ada permasalahan yang terjadi, yaitu bagaimana *Cardboard* mampu mengenali dan mendeteksi pergerakan kepala yang dilakukan pengguna.

Memanfaatkan jenis data *Device Attitude* yang disediakan Core Motion, deteksi pergerakan kepala dilakukan dengan mengacu pada 3 sumbu, yaitu *yaw*, *pitch*, dan *roll*. Kemudian hasil pengenalan pola dan pengembangan metode deteksi pergerakan kepala akan diterapkan pada sistem kendali sebuah aplikasi pemutar musik sederhana berbasis pergerakan kepala untuk selanjutnya dilakukan pengujian akurasi.

Pengujian dilakukan dengan melakukan beberapa pergerakan kepala dan diukur berapa banyak pergerakan kepala yang mampu dikenali oleh aplikasi. Hasilnya, aplikasi mampu mengenali pergerakan kepala dengan akurasi 100% pada durasi pergerakan kepala dalam kisaran 0.4 sampai 1.2 detik.

Kata Kunci: *CardBoard*, CoreMotion, Kepala, Pergerakan, Sensor

ABSTRACT

Imam Safii. 2016. : Pengembangan Metode Pendeteksian Pergerakan Kepala Berbasis Sensor Internal pada Perangkat Bergerak Berbasis iOS. Skripsi Program Studi Informatika/Illmu Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya. Dosen Pembimbing: Dr. Eng Herman Tolle, ST., MT. Dan Agi Putra Kharisma, S.T., M.T.

Google Cardboard is a tool shaped glasses that recently very popular. Able to present concepts of 3D visualization just only by cardboard and smartphones as a display. Cardboard utilization is still limited as far as media display for 3D applications or Virtual Reality, not much use for control system that utilizes this tool. Control system with movement of the head is very useful to help users with disabilities to interact with a system or computer. However, there are issues involved, that is how to recognize and detect the movement of a user's head.

Utilizing the Device Attitude type of data that supplied by Core Motion, detecting movement of the head is done with reference to the three axes, namely yaw, pitch, and roll. Then the results of pattern recognition and development of head movement detection method will be applied to the control system of a simple music player application based on the movement of the head for further testing accuracy.

Testing is done by doing some head movement and measured how much movement of the head that is able to be recognized by the application. As a result, the application is able to recognize the movement of the head with an accuracy of 100 % on the duration of the movement of the head in the range of 0.4 to 1.2 seconds.

Keyword: CardBoard, CoreMotion, Head, Movement, Sensor



DAFTAR ISI

PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR KODE.....	xii
DAFTAR PERSAMAAN.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Rumusan masalah.....	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat.....	2
1.5 Batasan masalah	3
BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN	4
2.1 Kajian Pustaka	4
2.2 Sensor Internal Perangkat Bergerak iOS.....	5
2.2.1 Accelerometer.....	5
2.2.2 Gyroscope	6
2.2.3 Magnetometer	7
2.3 Core Motion	8
2.4 Degrees of Freedom (DOF)	9
BAB 3 METODOLOGI	11
3.1 Studi Literatur	12
3.2 Perancangan Pendeteksian Pergerakan Kepala	12
3.2.1 Jenis Pergerakan Kepala.....	12
3.2.2 Pengambilan Data Sensor	12
3.2.3 Analisis Data Sensor	12



3.2.4 Perancangan Metode Deteksi Pergerakan Kepala.....	13
3.3 Implementasi dan Pengujian	13
3.4 Kesimpulan dan Saran	13
BAB 4 PERANCANGAN PENDETEKSIAN PERGERAKAN KEPALA.....	14
4.1 Jenis Pergerakan Kepala	14
4.2 Pengambilan Data Sensor	16
4.3 Analisis Data Sensor.....	18
4.3.1 Pemilihan Jenis Data Sensor	18
4.4 Perancangan Metode Deteksi Pergerakan Kepala	28
4.4.1 Satuan Data Sensor	28
4.4.2 Variabel data	28
4.4.3 Algoritma.....	31
4.4.4 Flowchart.....	33
BAB 5 IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN	34
5.1 Implementasi	34
5.1.1 Implementasi Sistem Kendali.....	34
5.1.2 Batasan-batasan Implementasi.....	34
5.1.3 Implementasi Kode Program	35
5.1.4 Implementasi Antarmuka	37
5.2 Spesifikasi Perangkat Keras	37
5.3 Spesifikasi Perangkat Lunak.....	38
5.4 Pengujian	38
5.4.1 Pengujian Akurasi.....	39
5.4.2 Pengujian Usabilitas	42
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN	45
6.1 Kesimpulan.....	45
6.2 Saran	45
DAFTAR PUSTAKA.....	DP-1
LAMPIRAN	L-1

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Variabel data pergerakan pada Sumbu Yaw	28
Tabel 4.2 Variabel data pergerakan pada Sumbu Roll	29
Tabel 4.3 Variabel data pergerakan pada Sumbu Pitch	29
Tabel 5.1 Daftar Kendali pada Aplikasi Pemutar Musik	34
Tabel 5.2 Spesifikasi Perangkat Keras Komputer	37
Tabel 5.3 Spesifikasi Perangkat Bergerak	38
Tabel 5.4 Spesifikasi Perangkat Lunak Komputer	38
Tabel 5.5 Spesifikasi Perangkat Lunak pada Perangkat Bergerak	38
Tabel 5.6 Durasi Pergerakan Kepala	39
Tabel 5.7 Hasil Pengujian Pergerakan Kepala Durasi ≤ 0.3 Detik	40
Tabel 5.8 Hasil Pengujian Pergerakan Kepala Durasi 0.4 – 0.6 Detik	40
Tabel 5.9 Hasil pengujian Pergerakan Kepala Durasi 0.7 – 0.9 Detik	40
Tabel 5.10 Hasil pengujian Pergerakan Kepala Durasi 1 – 1.2 Detik	40
Tabel 5.11 Hasil pengujian Pergerakan Kepala Durasi ≥ 1.3 Detik	41
Tabel 5.12 Hasil Akurasi Deteksi Pergerakan Kepala	41
Tabel 5.13. Respon Kuesioner	42
Tabel 5.14 Pernyataan pada Kuesioner	43
Tabel 5.15 Hasil Respon Dari Responden	43
Tabel 5.16 Interpretasi Skor Likert	43
Tabel 5.17 <i>Index</i> Persentase Kuesioner	44
Tabel 5.18 Status Hasil Pengujian	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Perkembangan perangkat keras pada iOS	5
Gambar 2.2 Sumbu pada sensor Accelerometer	6
Gambar 2.3 Sumbu pada sensor Gyroscope	7
Gambar 2.4 <i>Translation Movement</i>	9
Gambar 2.5 <i>Rotation Movement</i>	10
Gambar 3.1 Alur Proses Penelitian	11
Gambar 4.1 Menoleh ke arah kanan	14
Gambar 4.2 Menoleh ke arah kiri	15
Gambar 4.3 Melihat ke arah atas.....	15
Gambar 4.4 Melihat ke arah bawah	15
Gambar 4.5 Memiringkan ke arah kiri	16
Gambar 4.6 Memiringkan ke arah kanan	16
Gambar 4.7 Tampilan Aplikasi Perekam Data Sensor.....	17
Gambar 4.8 Menoleh ke kanan(<i>Rotation Rate</i>).....	18
Gambar 4.9 Menoleh ke kiri (<i>Rotation Rate</i>).....	19
Gambar 4.10 Melihat ke atas (<i>Rotation Rate</i>).....	19
Gambar 4.11 Melihat ke bawah (<i>Rotation Rate</i>).....	19
Gambar 4.12 Miring ke kanan (<i>Rotation Rate</i>).....	20
Gambar 4.13 Miring ke kiri (<i>Rotation Rate</i>).....	20
Gambar 4.14 Menoleh ke kanan (Gravity).....	21
Gambar 4.15 Menoleh ke kiri (Gravity)	21
Gambar 4.16 Melihat ke atas (Gravity).....	21
Gambar 4.17 Melihat ke bawah (Gravity).....	22
Gambar 4.18 Miring ke kanan (Gravity).....	22
Gambar 4.19 Miring ke kiri (Gravity)	22
Gambar 4.20 Menoleh ke kanan (Device Attitude)	23
Gambar 4.21 Menoleh ke kiri (Device Attitude).....	23
Gambar 4.22 Melihat ke atas (Device Attitude)	23
Gambar 4.23 Melihat ke bawah (Device Attitude)	24
Gambar 4.24 Miring ke kanan (Device Attitude)	24
Gambar 4.25 Miring ke kiri (Device Attitude).....	24



Gambar 4.26 Menoleh ke kanan (UA) 25

Gambar 4.27 Menoleh ke kiri (UA) 25

Gambar 4.28 Melihat ke atas (UA)..... 25

Gambar 4.29 Melihat ke bawah (UA) 26

Gambar 4.30 Miring ke kanan (UA) 26

Gambar 4.31 Miring ke kiri (UA) 26

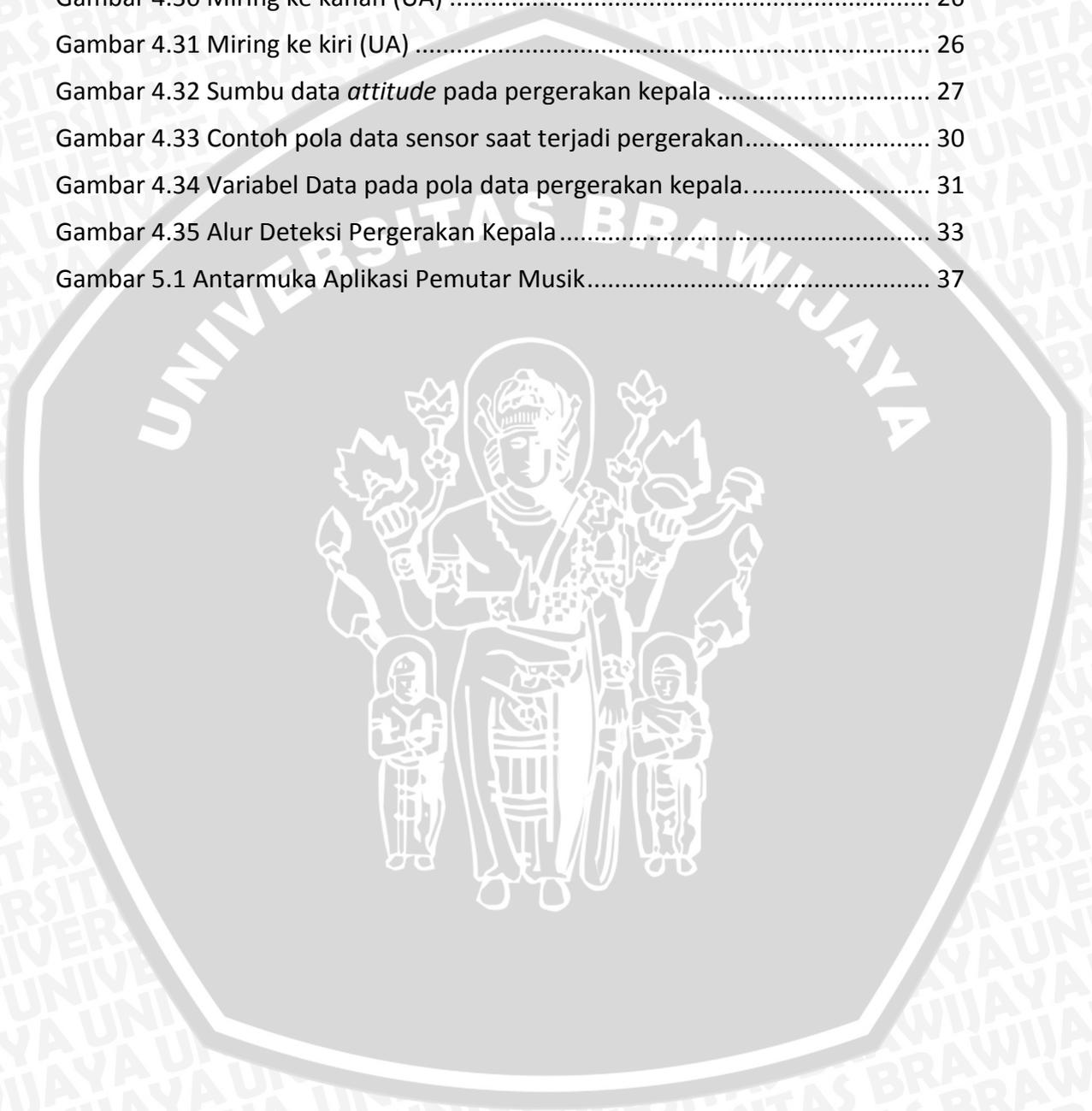
Gambar 4.32 Sumbu data *attitude* pada pergerakan kepala 27

Gambar 4.33 Contoh pola data sensor saat terjadi pergerakan..... 30

Gambar 4.34 Variabel Data pada pola data pergerakan kepala..... 31

Gambar 4.35 Alur Deteksi Pergerakan Kepala..... 33

Gambar 5.1 Antarmuka Aplikasi Pemutar Musik..... 37



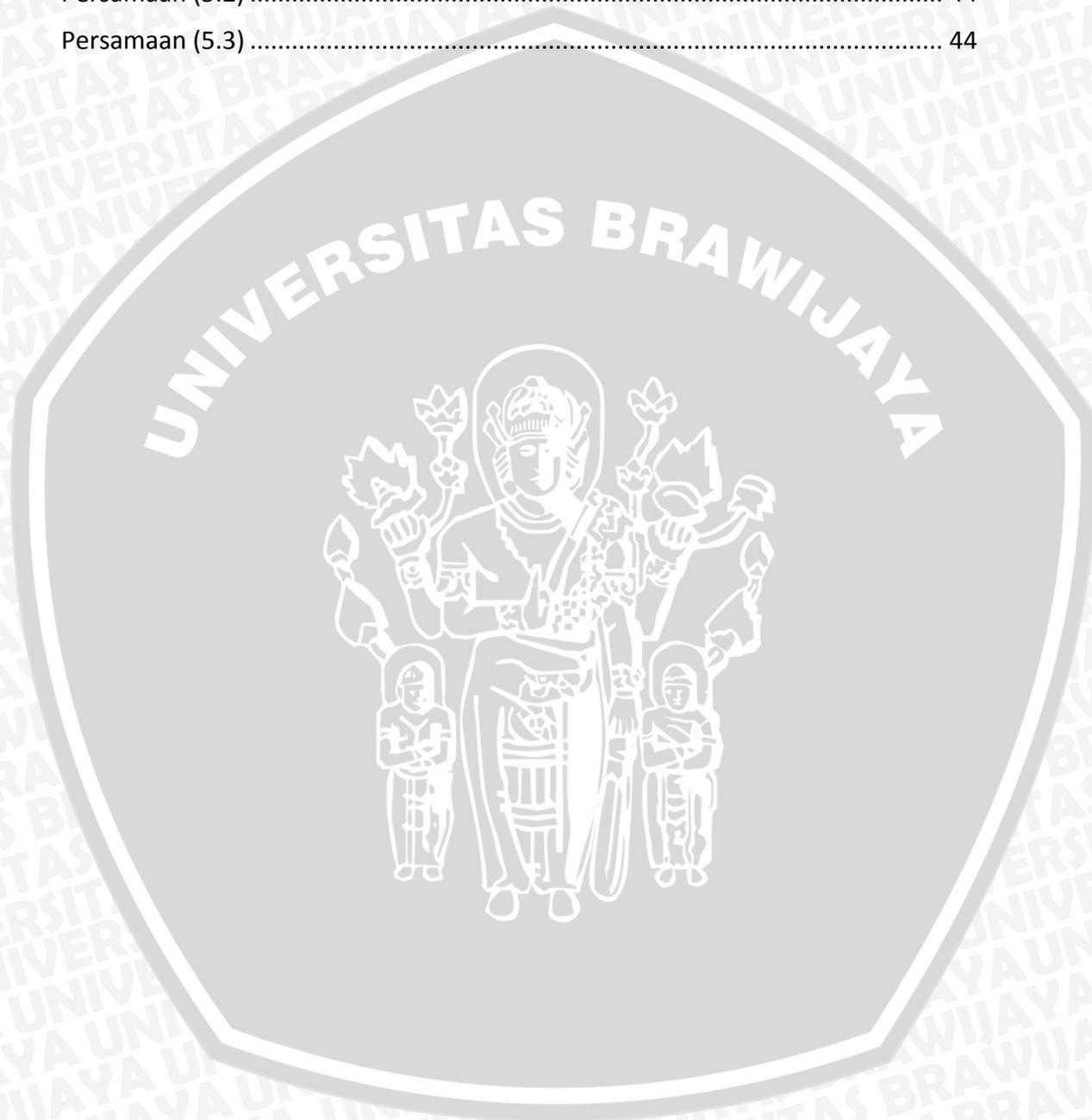
DAFTAR KODE

Kode 2.1 Akses Data pada CoreMotion	9
Kode 5.1 Fungsi Pembacaan Data Sensor	35
Kode 5.2 Fungsi Kendali Aplikasi	36



DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan (4.1)	28
Persamaan (5.1)	39
Persamaan (5.2)	44
Persamaan (5.3)	44



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Pengujian Akurasi 6 Jenis Pergerakan	L-1
Lampiran 2 Data Kuesioner Pengujian Subjektif.....	L-3



BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Dewasa ini perkembangan teknologi semakin canggih, khususnya dalam bidang Human Computer Interaction (HCI). HCI merupakan sebuah kajian tentang bagaimana cara seorang pengguna (*Brainware*) berkomunikasi dan berinteraksi dengan sebuah sistem. Sistem yang dimaksud tidak hanya mencakup sebuah sistem pada komputer saja, bisa dari perangkat-perangkat lain seperti kendaraan, peralatan rumah, perangkat bergerak, dan yang lainnya (Santoso, 1997). Sampai saat ini sudah banyak dikembangkan teknologi-teknologi baru yang membantu manusia berinteraksi dengan komputer, seperti kontrol komputer dengan mata (Arai & Mardiyanto, 2011), kontrol dengan pergerakan badan, kontrol dengan pergerakan tangan, dan masih banyak metode interaksi-interaksi yang lainnya. Umumnya semua metode interaksi ini bertujuan untuk membantu pengguna agar lebih mudah dalam mengontrol atau mengendalikan sebuah sistem atau komputer.

Pesatnya perkembangan teknologi HCI tidak bisa dipisahkan dengan semakin berkembangnya pula teknologi pada perangkat elektronik. Sampai saat ini sudah sangat banyak perangkat yang dapat membantu dalam terealisasinya semua perkembangan terkait HCI, sebagai contoh alat sensor pergerakan, sensor kamera, Wearable Computing, dan masih banyak perangkat elektronik lainnya.

Wearable Computing merupakan teknologi baru yang mulai populer, teknologi ini merupakan perangkat elektronik yang bisa digunakan selayaknya asesoris tubuh, seperti Smart Watch, Google Glass, Smart Clothing dan asesoris lainnya. Teknologi ini mulai populer setelah Google mengeluarkan produk buaatannya yang diyakini sebagai kacamata masa depan yaitu Google Glass. Google Glass merupakan kacamata pintar yang dilengkapi berbagai fitur dan kemampuan seperti Messaging, Voice Command, GPS, Wi-Fi, dan fitur-fitur lainnya (Deshpande, et al., 2013). Selain produk kacamata pintarnya, Google juga mengeluarkan alat berbentuk Headset yang bisa digunakan di kepala yaitu Google Cardboard, namun alat ini biasa digunakan untuk keperluan Virtual Reality atau Augmented Reality. Alat ini berbahan dasar kardus dan berbentuk seperti headset dan di dalamnya terdapat ruang kosong tempat perangkat bergerak atau Smartphone yang nantinya digunakan untuk *Display*.

Pemanfaatan Google Cardboard sejauh ini hanya untuk keperluan teknologi Virtual Reality dan Augmented Reality, belum banyak pengembangan-pengembangan lain yang memanfaatkan alat ini. Ke depannya, tidak menutup kemungkinan pengembangan terkait HCI memanfaatkan alat ini. Selain penggunaannya yang mudah dan murah alat ini juga memanfaatkan perangkat bergerak di dalamnya.

Penggunaan perangkat bergerak juga sangat memungkinkan untuk digunakan dalam pengembangan teknologi-teknologi HCI (Ying Huang, 2009) mengingat perkembangan teknologi perangkat bergerak yang saat ini juga sangat semakin canggih. Secara standar perangkat bergerak saat ini sudah dilengkapi

kamera dan sensor-sensor internal seperti sensor pergerakan, yaitu: Accelerometer dan Gyrometer, sensor Compass, sensor cahaya, dan yang lainnya. Ketika dikombinasikan dengan *Google Cardboard* sensor-sensor ini akan sangat berguna dalam merekam data-data pergerakan kepala yang nantinya bisa digunakan untuk kontrol atau diterapkan dalam teknologi HCI, seperti contoh diterapkan untuk kendali atau navigasi *keyboard virtual*, kendali menu dalam sistem operasi, dan masih banyak penerapan lainnya.

Sistem kendali menggunakan pergerakan kepala diharapkan bisa mempermudah dan dapat membantu pengguna dengan keterbatasan fisik atau penyandang disabilitas dalam berinteraksi dengan komputer atau sistem. Pengguna cukup menggerakkan kepala ke kanan, ke kiri, ke atas, ke bawah, memiringkan ke kanan, atau memiringkan ke kiri dalam mengontrol atau bernavigasi. Oleh karena itu, untuk dapat menerapkan sistem kendali berdasarkan pergerakan kepala, perlu dilakukan penelitian untuk dapat mengenali pola pergerakan kepala dengan memanfaatkan data-data sensor internal pada perangkat bergerak yang diletakkan di kepala pengguna, dan diperlukan pula pengujian tingkat akurasi untuk mengukur kelayakan pengenalan pola pergerakan kepala dalam diimplementasikan pada sebuah sistem kendali.

1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan pada subbab Latar belakang, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mendeteksi dan mengenali pola pergerakan kepala berdasarkan data-data *internal* sensor pada perangkat bergerak berbasis iOS.
2. Bagaimana implementasi pengenalan pola pergerakan kepala pada sistem kendali sebuah aplikasi berbasis pergerakan kepala.
3. Bagaimana performansi hasil implementasi sistem kendali berbasis pergerakan kepala pada sebuah aplikasi dilihat dari parameter akurasi dan usability.

1.3 Tujuan

Menemukan sebuah pola-pola pergerakan kepala yang dapat digunakan sebagai sistem kendali berbasis pergerakan kepala berdasarkan data-data sensor internal perangkat bergerak berbasis iOS.

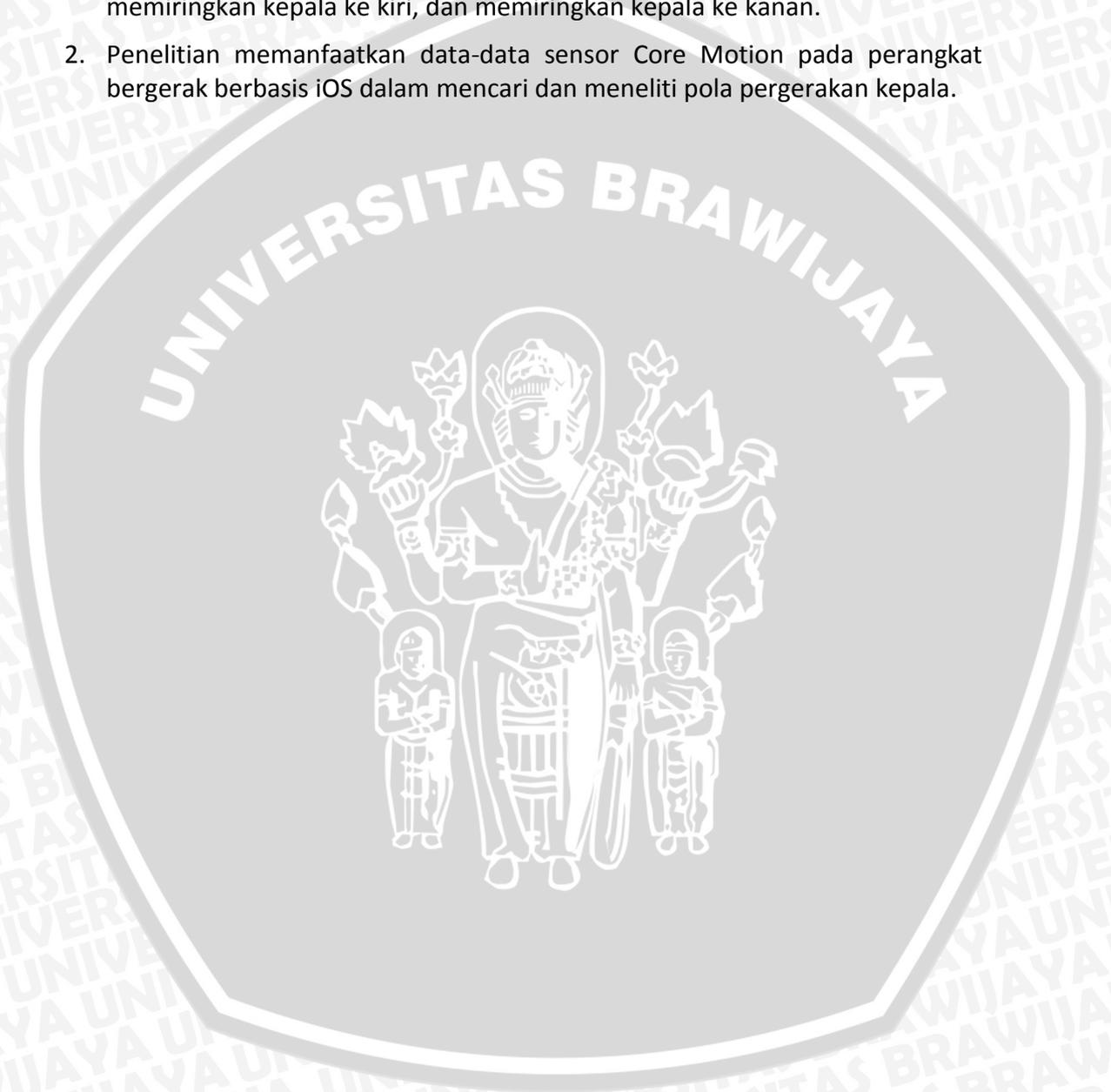
1.4 Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah untuk mempermudah dalam membuat sebuah sistem kendali berbasis pergerakan kepala yang dapat dimanfaatkan dalam berbagai jenis bidang teknologi, seperti Virtual Reality, Augmented Reality, dan atau pun untuk pengembangan dalam sistem kendali terkait Human Computer Interaction.

1.5 Batasan masalah

Agar penelitian ini lebih terfokus ke arah yang diharapkan, maka batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Pengenalan pola pergerakan kepala yang dimaksud dalam penelitian ini adalah pengenalan pergerakan kepala yang mencakup pergerakan menoleh ke kanan, menoleh ke kiri, menoleh ke arah atas, menoleh ke arah bawah, memiringkan kepala ke kiri, dan memiringkan kepala ke kanan.
2. Penelitian memanfaatkan data-data sensor Core Motion pada perangkat bergerak berbasis iOS dalam mencari dan meneliti pola pergerakan kepala.



BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN

Pada bab II membahas kajian pustaka dan dasar teori yang digunakan dalam mendukung proses penelitian. Kajian pustaka adalah pembahasan mengenai penelitian terkait yang sebelumnya telah dilakukan dan akan digunakan sebagai pedoman untuk penelitian ini. Sedangkan dasar teori merupakan pembahasan mengenai teori-teori yang dibutuhkan dalam penelitian.

2.1 Kajian Pustaka

Pada penelitian yang berjudul *“Mobile Device Based 3D Image Display Depending on User’s Action and Movement”* dengan pokok permasalahan tentang bagaimana mengontrol navigasi kamera pada citra 3 dimensi pada perangkat bergerak sesuai dengan pergerakan badan pengguna (Arai, et al., 2013). Navigasi kamera pada citra 3 dimensi dilakukan sesuai dengan aksi dan pergerakan dari badan pengguna perangkat bergerak, ketika pengguna berputar ke kanan, kamera pada tampilan 3 dimensi akan mengarah ke arah kanan, ketika pengguna bergerak maju, maka kamera juga seolah-olah bergerak ke arah depan, begitu pula dengan pergerakan-pergerakan lain seperti, melihat ke arah atas, melihat ke arah bawah, berputar ke kiri atau ke kanan, dan kondisi diam. Penentuan kondisi pergerakan ini dilakukan berdasarkan data-data sensor pada perangkat bergerak yang ada pada pengguna. Data-data sensor yang digunakan dalam penelitian ini meliputi Accelerometer, Gyro, dan DeviceMotion (Data gabungan dari Accelerometer dan Gyro yang disediakan oleh Framework CoreMotion). Pada penelitian ini data sensor yang digunakan ketika mendeteksi pergerakan berputar ke kanan atau ke kiri adalah dengan memanfaatkan data sensor arah dan data *motion* Rotation Rate. Pergerakan melihat ke arah atas dan ke bawah dideteksi dengan memanfaatkan data sensor arah (Attitude). Sedangkan untuk pergerakan berjalan bisa dideteksi dengan memanfaatkan sensor Accelerometer. Namun, dari hasil penelitian juga diketahui bahwa untuk mendeteksi ketika pengguna melakukan pergerakan berjalan juga bisa memanfaatkan data *motion rotation rate*, perubahan data yang terjadi pada data *motion* ini lebih signifikan dibanding dengan perubahan data pada data Accelerometer.

Penelitian kedua berjudul *“Virtual Reality Game Controlled With User’s Head And Body Movement Detection Using Smartphone Sensors”* yang membahas penerapan sistem kontrol pada sebuah game berbasis pergerakan badan dan kepala pengguna (Tolle, et al., 2015). Penerapan sistem kontrol dibuat pada sebuah game virtual labirin dengan pergerakan kepala sebagai kontrol untuk arah kamera dan pergerakan badan pengguna sebagai navigasi pergerakan. Dalam mendeteksi pergerakan kepala, penelitian memanfaatkan sensor *gyroscope* untuk mendeteksi pergerakan kepala menoleh ke kanan dan ke kiri, dan sensor *accelerometer* untuk mendeteksi pergerakan kepala melihat ke atas dan ke bawah. Untuk mendapatkan sudut kepala saat melihat ke atas dan ke bawah, digunakan perhitungan matematika pada *accelerometer* dengan memanfaatkan sumbu x dan sumbu z. Untuk mendeteksi pergerakan badan pengguna, penelitian

memanfaatkan data *Core Motion*, yaitu *Rotation Rate*. Dengan menggunakan jenis data *rotation rate*, akurasi dalam mengenali pergerakan berjalan mampu mencapai 84.5%. Pendekatan lain yang bisa digunakan untuk mendeteksi pergerakan badan ialah dengan melakukan komparisasi data *accelerometer*, jika perbedaan data di antara rentang 0,9 dan 0.994 maka pengguna akan dideteksi melakukan pergerakan berjalan.

2.2 Sensor Internal Perangkat Bergerak iOS

iOS mempunyai 3 varian perangkat, yaitu: iPhone, iPad, dan iPod Touch. Ketiga perangkat ini masing-masing telah dilengkapi beberapa perangkat keras dan sensor yang sangat berguna membantu dan memudahkan aktifitas pengguna. Pada generasi pertama iOS iPhone, perangkat ini sudah dilengkapi beberapa fitur perangkat keras dasar seperti WiFi, Bluetooth, Speaker, Audio In, Accelerometer, Proximity sensor, kamera, dan vibration. Dan dukungan perangkat keras ini semakin terus bertambah dan berkembang dari generasi ke generasi. Pada generasi iPhone 4, perangkat ini sudah dilengkapi beberapa perangkat keras tambahan yang sebelumnya pada generasi pertama belum ada, seperti Magnetometer, Gyroscope, dan GPS (Allan, 2011). Penambahan fitur dan perangkat keras ini di yakini akan terus berkembang mengingat pengembangan iPhone atau iPad masih terus berlanjut. Sampai saat ini, generasi terbaru iPhone adalah iPhone 6. Dalam Gambar 2.1 ditampilkan perbedaan perangkat keras dan fitur dari generasi ke generasi pada perangkat iOS.

Hardware Feature	iPhone				iPod touch				iPad		iPad 2	
	Original	3G	3GS	4	1st Gen	2nd Gen	3rd Gen	4th Gen	WiFi	3G	WiFi	3G
Cellular	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
WiFi	<input checked="" type="checkbox"/>											
Bluetooth	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Speaker	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Audio In	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Accelerometer	<input checked="" type="checkbox"/>											
Magnetometer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Gyroscope	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
GPS	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Proximity Sensor	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Camera	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Video	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Vibration	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Gambar 2.1 Perkembangan perangkat keras pada iOS

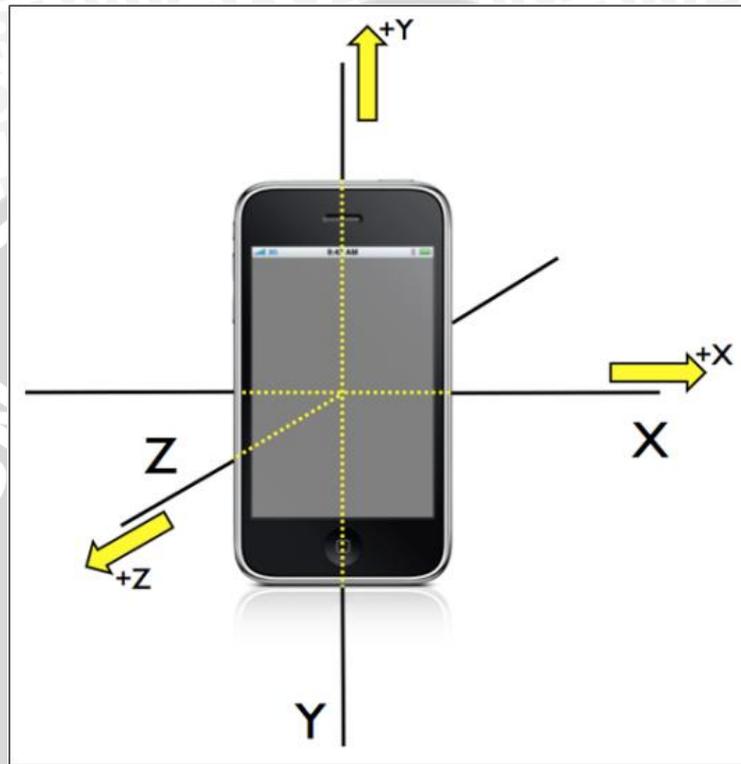
Sumber : (Allan, 2011)

2.2.1 Accelerometer

Accelerometer merupakan sensor yang berguna untuk mengukur percepatan *linear*, mendeteksi getaran, dan percepatan gravitasi yang terjadi pada perangkat. Pada sensor ini terdapat 3 sumbu utama, yaitu: X, Y, dan Z. Contoh penerapan

sensor ini seperti pada sistem Airbag pada mobil yang digunakan untuk mendeteksi percepatan yang terjadi pada mobil.

Gambar 2.2 diilustrasikan bahwa sumbu X berguna untuk mengukur percepatan perangkat ke arah kanan dan ke kiri, sumbu Y mengukur percepatan perangkat ke arah atas dan bawah, sedangkan sumbu Z untuk percepatan perangkat ke arah depan dan belakang.



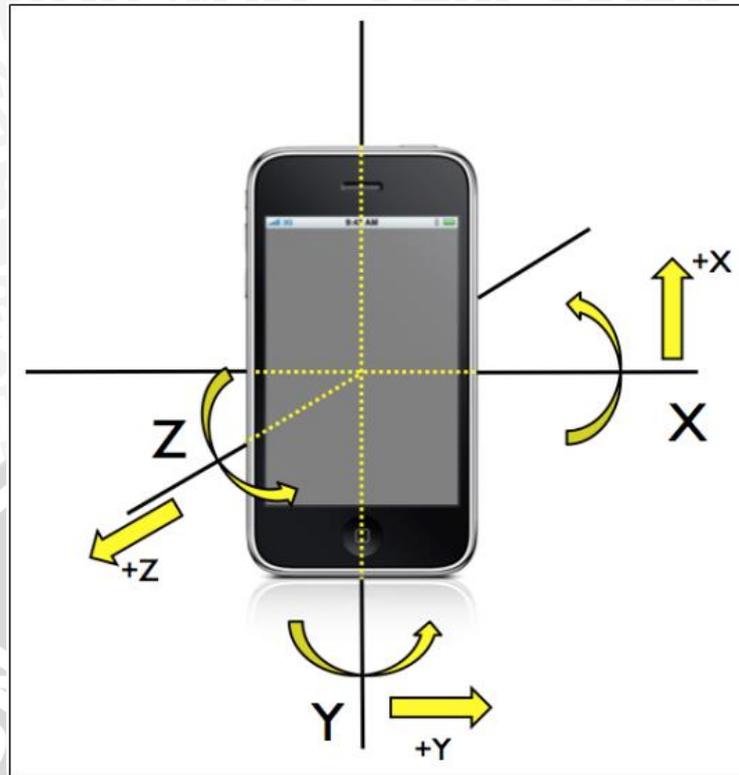
Gambar 2.2 Sumbu pada sensor Accelerometer

Sumber : (Allan, 2011)

Pada perangkat iOS sensor ini merupakan perangkat keras dasar yang ditanamkan pada perangkat, sejak pada iPhone dan iPad generasi pertama sampai pada iPhone dan iPad generasi terbaru saat ini, sensor Accelerometer menjadi perangkat keras dasar yang selalu ada pada setiap perangkat iPhone dan iPad. (Allan, 2011)

2.2.2 Gyroscope

Gyroscope merupakan sensor yang digunakan untuk mengukur dan menentukan orientasi dari suatu benda berdasarkan ketetapan momentum sudut. Artinya sensor ini mampu menentukan gerakan sesuai dengan gravitasi yang terjadi pada perangkat. Pada Gyroscope juga terdapat 3 sumbu pengukuran, yaitu: sumbu X, sumbu Y, dan sumbu z. Gambar 2.3 mengilustrasikan sumbu Gyroscope pada perangkat iOS.



Gambar 2.3 Sumbu pada sensor Gyroscope

Sumber : (Allan, 2011)

Jika sumbu-sumbu Gyroscope diilustrasikan pada sebuah pesawat terbang, maka sumbu X adalah sumbu yang digunakan untuk menentukan kemiringan sayap pesawat sebelah kanan dan kiri, seperti contoh sayap sebelah kanan lebih rendah dari sayap sebelah kiri atau sayap sebelah kiri lebih rendah dari pada sayap sebelah kanan. Sumbu Y digunakan untuk menentukan kemiringan antara kepala pesawat dengan ekor pesawat, seperti menentukan kepala pesawat lebih rendah dari pada ekor pesawat. Dan sumbu Z digunakan untuk menentukan arah dari kepala pesawat, seperti kepala pesawat mengarah ke kanan atau ke kiri.

2.2.3 Magnetometer

Magnetometer merupakan sensor yang berguna untuk mengukur kekuatan medan magnet yang ada di sekitar perangkat. Jika tidak ada medan magnet yang kuat di sekitar perangkat maka sensor secara otomatis mengukur kekuatan medan magnet bumi, dengan merujuk pada geomagnetik kutub utara, sensor dapat mengetahui arah ke mana perangkat merujuk atau mengarah. Sensor ini umumnya sebagai kompas digital yang dapat mengetahui arah medan magnet dan arah dari perangkat sebenarnya, tergantung dari berapa derajat lokasi perangkat terhadap geografis kutub (Allan, 2011). Pemanfaatan sensor ini pada perangkat bergerak misalnya untuk aplikasi kompas digital, aplikasi arah kiblat, dan juga bisa untuk arah navigasi dalam GPS.

2.3 Core Motion

Core Motion merupakan framework pada iOS yang berguna untuk akses data pada sensor pergerakan yang tertanam pada perangkat iOS, meliputi sensor Accelerometer dan sensor Gyroscope. Core Motion memungkinkan Developer bisa mengamati dan merespon pergerakan dan orientasi perangkat iOS dengan memeriksa data mentah atau data yang sudah terproses dari kombinasi sensor-sensor pergerakan yang tertanam pada perangkat. Pada perangkat iOS yang tertanam *Coprosesor* M7 dan M8 di dalamnya, Core Motion juga menyediakan akses pada aktifitas pergerakan dasar, seperti penghitung langkah kaki, menaiki tangga, berjalan, bersepeda, dan pergerakan-pergerakan lainnya.

Dalam Core Motion terdapat sebuah Class *CMMotionManager* yang menyediakan semua jenis *Motion* data pada perangkat iOS. Class ini menyediakan 4 jenis tipe data *Motion*: Accelerometer, Gyro, Magnetometer, dan DeviceMotion. Seperti yang dijelaskan pada paragraf sebelumnya bahwa Core Motion menyediakan 2 jenis data yang bisa digunakan, yang pertama data mentah dari setiap sensor dan data terproses yang merupakan hasil kombinasi dari beberapa sensor. Jika di kaitkan dengan tipe data Motion yang disediakan oleh Class *CMMotionManager*, maka data mentah Core Motion adalah Accelerometer, Gyro, dan Magnetometer. Sedangkan data kombinasi atau yang sudah terproses adalah *deviceMotion*. Data *motion* DeviceMotion juga menyediakan beberapa jenis data didalamnya. Data ini merupakan data hasil proses dan kombinasi dari beberapa Core motion sensor (Resource, n.d.). Jenis data yang disediakan DeviceMotion meliputi *device attitude*, *rotation rate*, *gravity*, *magneticField*, dan *userAcceleration* (sadun, 2013), penjelasan dan tipe data yang disediakan dari masing-masing jenis data sensor adalah sebagai berikut:

1. Device Attitude

Jenis data ini merupakan jenis data sensor yang merepresentasikan orientasi posisi dari perangkat bergerak. Pada jenis data ini terdapat 3 sumbu data sensor yang tersedia, yaitu: sumbu *roll*, *pitch*, dan *yaw*. Pembacaan ke-3 sumbu ini dapat dihitung dengan satuan Radian. Pada Kode 2.1 baris ke 3 merupakan inialisasi *instance* untuk pembacaan jenis Data Motion *device attitude*.

2. Rotation Rate

Rotation Rate merupakan jenis data yang merepresentasikan percepatan perputaran arah dari perangkat bergerak terhadap 3 sumbu yang ada, yaitu: sumbu x, y, dan z. Satuan ukur jenis data ini adalah *radian/detik*. Pada Kode 2.1 baris ke 6 merupakan inialisasi *instance* untuk pembacaan jenis Data Motion *rotation Rate*.

3. Gravity

Merupakan vektor percepatan dari perangkat terhadap medan magnet bumi. Jenis data ini mempunyai 3 sumbu, yaitu: x, y, dan z. setiap sumbu merepresentasikan standar tekanan gravitasi terhadap bumi. Pada Kode 2.1 baris ke 4 merupakan inialisasi *instance* untuk pembacaan jenis Data Motion *Gravity*.

4. User Acceleration

User Acceleration merupakan percepatan yang terjadi pada perangkat terhadap pergerakan yang dilakukan pengguna. Jenis data ini mempunyai 3 sumbu, yaitu: x, y, dan z. Jenis data *user acceleration* dan *gravity*, keduanya merepresentasikan total percepatan yang terjadi pada perangkat. Pada Kode 2.1 baris ke 5 merupakan inisialisasi *instance* untuk pembacaan jenis Data Motion user acceleration.

5. Magnetic Field

Jenis data *magnetic field* merepresentasikan keseluruhan nilai medan magnet yang ada di sekeliling perangkat. Pada jenis data sensor ini juga terdapat 3 sumbu, yaitu: *field x*, *field y*, dan *field z*. Pada Kode 2.1 baris ke 7 merupakan inisialisasi *instance* untuk pembacaan jenis Data Motion *magnetic field*.

```
1. CMDeviceMotion *motionData = motionManager.deviceMotion;
2.
3. CMAcceleration *attitude = motionData.attitude;
4. CMAcceleration gravity = motionData.gravity;
5. CMAcceleration userAcceleration = motionData.userAcceleration;
6. CMRotationRate rotate = motionData.rotationRate;
7. CMCalibratedMagneticField magnet = motionData.magneticField;
```

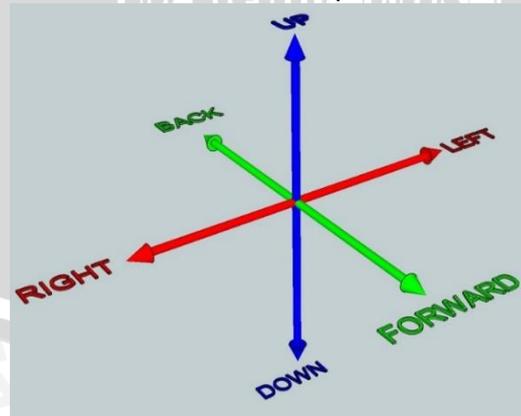
Kode 2.1 Akses Data pada CoreMotion

2.4 Degrees of Freedom (DOF)

Degrees of Freedom bisa diartikan sebagai arah pergerakan dari tubuh atau benda pada ruang 3 dimensi. Bisa diartikan pula sebagai arah pergerakan dasar dari sebuah benda (Lang, 2013). Degrees of Freedom mempunyai 2 jenis pergerakan, yaitu:

1. Translation Movement

Sebuah badan atau benda bisa secara bebas bergerak ke 3 arah pergerakan dasar, yaitu: maju/mundur, ke atas/ke bawah, dan ke kanan/ke kiri. Arah pergerakan dari *Translation Movement* ditampilkan dalam Gambar 2.4.

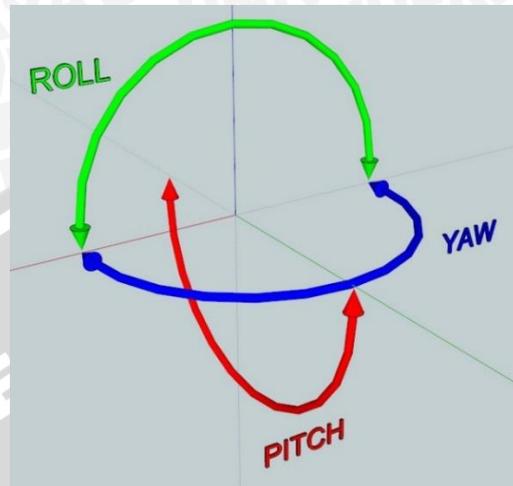


Gambar 2.4 Translation Movement

Sumber: (Lang, 2013)

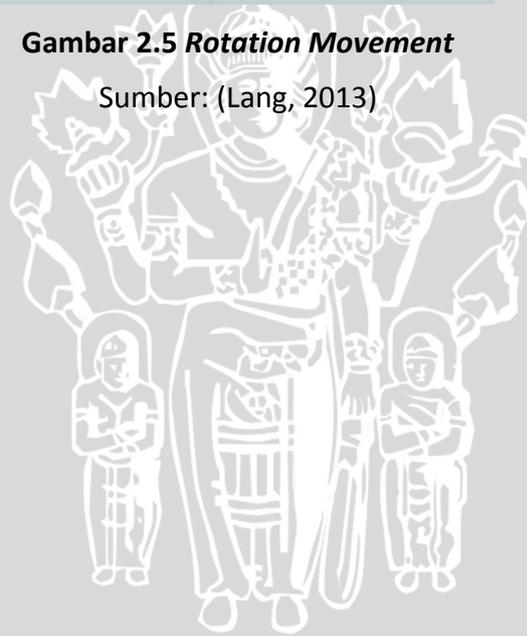
2. Rotation Movement

Sebuah badan atau benda juga secara bebas dapat berotasi pada 3 sumbu dasar arah pergerakan, yaitu: menoleh ke kanan/ke kiri (*yaw*), miring ke kanan/ke kiri (*roll*), dan melihat ke atas/ke bawah (*pitch*). Arah pergerakan dari *Rotation Movement* ditampilkan dalam Gambar 2.5.



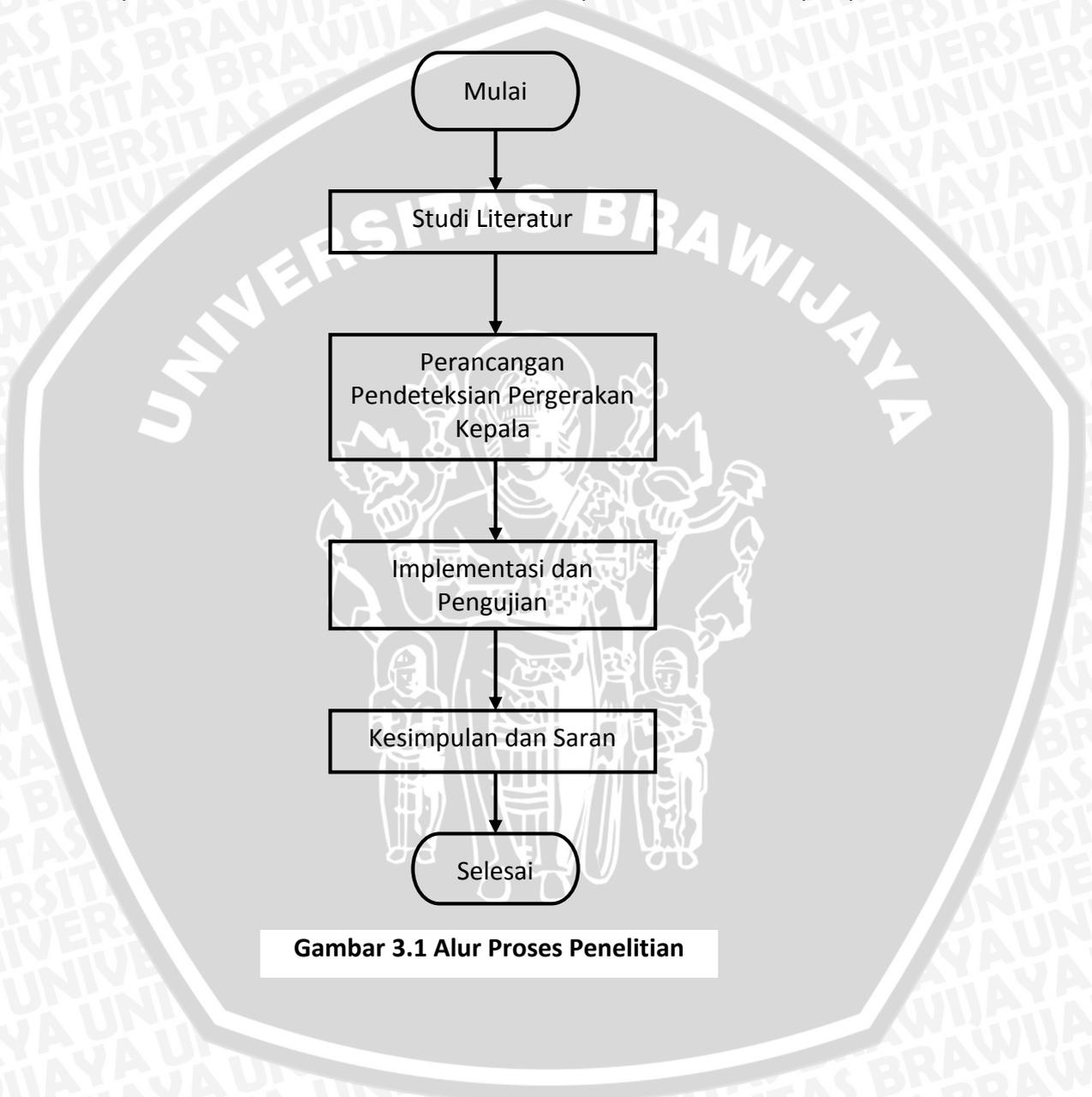
Gambar 2.5 Rotation Movement

Sumber: (Lang, 2013)



BAB 3 METODOLOGI

Pada bab ini menjelaskan langkah-langkah yang akan dilakukan dalam pelaksanaan penelitian, yaitu: studi literatur, perancangan pendeteksian pergerakan kepala, implementasi dan pengujian, dan terakhir adalah pengambilan kesimpulan dan saran. Dalam Gambar 3.1 merupakan alur dari tahapan penelitian.



Gambar 3.1 Alur Proses Penelitian

3.1 Studi Literatur

Pada tahap ini bertujuan untuk mempelajari dan memahami konsep atau teori-teori dasar yang berkaitan dengan masalah, yaitu:

- a. Kajian Pustaka dari penelitian terkait.
- b. Sensor internal perangkat bergerak iOS.
- c. Core Motion.
- d. Degree of Freedom (DOF).

3.2 Perancangan Pendeteksian Pergerakan Kepala

Perancangan pendeteksian pergerakan kepala merupakan tahap untuk mencari pola dan menentukan pola deteksi yang sesuai dengan pola-pola data sensor sesuai dengan jenis pergerakan kepala yang terjadi. Pada tahap ini terdapat beberapa tahap, yaitu jenis pergerakan kepala, pengambilan data sensor, analisis data sensor, dan perancangan metode deteksi pergerakan kepala.

3.2.1 Jenis Pergerakan Kepala

Dalam pengambilan data dan penentuan pola pergerakan kepala dibutuhkan kriteria-kriteria pasti mengenai bagaimana pergerakan kepala. Untuk itu dibutuhkan sebuah acuan dasar yang mengatur jenis pergerakan kepala. Selain itu, penentuan kriteria jenis pergerakan kepala ini bertujuan untuk penyelarasan dan menjadi batas lingkup dalam pendeteksian jenis pergerakan kepala yang nantinya mampu dikenali.

3.2.2 Pengambilan Data Sensor

Pengumpulan data dalam penelitian ini bertujuan untuk mengumpulkan data-data sampel dari pergerakan kepala yang nantinya dibutuhkan untuk analisis pemecahan masalah dalam mengenali pola-pola pergerakan kepala. Adapun teknik dalam pengumpulan data adalah dengan melakukan observasi dan eksperimen langsung dengan menggunakan Cardboard dan perangkat bergerak.

Langkah pertama, membuat aplikasi sederhana yang dapat merekam data-data internal sensor pada perangkat bergerak. Selanjutnya jalankan aplikasi dan letakkan perangkat bergerak ke dalam Cardboard, dan terakhir lakukan pergerakan-pergerakan kepala sesuai dengan jenis pergerakan yang sudah ditentukan.

3.2.3 Analisis Data Sensor

Dalam tahap ini menjelaskan hasil analisis dan grafik data sensor yang telah didapat pada saat tahapan pengambilan Data sensor. Tahap ini memaparkan bagaimana pola-pola perubahan data sensor yang terjadi dan menentukan data-data sensor apa saja yang paling berpengaruh perubahan datanya terhadap pergerakan yang terjadi. Dari hasil analisis ini nantinya akan menentukan sensor apa yang nantinya akan digunakan dalam perancangan metode deteksi pergerakan kepala.

3.2.4 Perancangan Metode Deteksi Pergerakan Kepala

Tahapan perancangan metode deteksi pergerakan kepala merupakan tahapan akhir dimana setelah hasil proses analisis data sensor, akan dilakukan perancangan mekanisme atau metode pendeteksi yang mampu mengenali jenis pergerakan kepala sesuai dengan jenis pergerakan yang sudah ditentukan sebelumnya. Hasil dari tahap ini merupakan sebuah metode atau mekanisme yang mampu mengenali sebuah pergerakan kepala berdasarkan data sensor internal pada perangkat bergerak iOS.

3.3 Implementasi dan Pengujian

Implementasi dan pengujian merupakan tahapan yang mana hasil dari perancangan metode deteksi pergerakan kepala diimplementasikan pada sebuah aplikasi simulasi sederhana dengan sistem kendali menggunakan pergerakan kepala. Kemudian dari aplikasi simulasi ini dilakukan pengujian seberapa akurat metode deteksi pergerakan kepala dalam mengenali pergerakan kepala pengguna.

Selain pengujian akurasi juga dilakukan pengujian usability guna mendapatkan respon langsung dari pengguna aplikasi. Pengujian usability dilakukan dengan menggunakan teknik kuesioner dan perhitungan hasil menggunakan metode *likert*. Skenario dari pengujian yaitu responden akan secara langsung mencoba aplikasi hasil implementasi, kemudian responden akan diminta memberi tanggapan atau respon sesuai dengan pernyataan yang ada pada kuesioner. Terdapat 5 parameter aspek usability dalam pernyataan kuesioner, yaitu: *functionality*, *easy to use*, *effectiveness*, *satisfaction*, dan *understandable* (Schaeffer, 2014).

3.4 Kesimpulan dan Saran

Pengambilan kesimpulan dilakukan setelah semua tahapan percobaan, analisis, dan pembahasan solusi dalam mengenali pergerakan kepala telah selesai dilakukan. Kesimpulan didapat untuk menjawab rumusan masalah yang telah dipaparkan sebelumnya. Sedangkan saran dimaksudkan untuk memperbaiki kesalahan-kesalahan pada penelitian, serta menjadi bahan pertimbangan dalam pengembangan dan penelitian-penelitian selanjutnya.

BAB 4 PERANCANGAN PENDETEKSIAN PERGERAKAN KEPALA

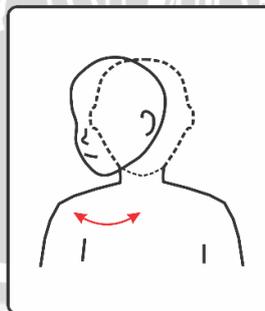
Bab ini akan membahas mengenai analisis sensor dan perancangan sistem pendeteksi gerakan kepala dengan mengacu pada perubahan data sensor internal pada perangkat bergerak berbasis iOS. Tahapan dalam perancangan pendeteksi gerakan kepala dipisah menjadi beberapa tahap. Tahap yang pertama adalah penentuan jenis gerakan kepala, bagian ini untuk menentukan jenis-jenis gerakan yang nantinya digunakan sistem untuk dijadikan sebagai acuan dalam mengenali gerakan kepala. Tahapan selanjutnya adalah pengumpulan data sampel sensor saat terjadi gerakan kepala. Dari data sensor yang didapat kemudian dilakukan tahap analisis data. Analisis data ini berfungsi untuk mendapatkan dan menentukan sensor apa yang sesuai dan dapat mengenali gerakan kepala. Tahap terakhir dilanjutkan dengan proses perancangan pendeteksi gerakan kepala. Tahap ini berguna untuk merancang bagaimana nantinya sistem dalam mengenali gerakan kepala dengan mengacu pada data sensor yang sebelumnya sudah didapat pada tahapan analisis.

4.1 Jenis Gerakan Kepala

Pada penelitian ini jenis gerakan kepala yang diteliti ada 6 gerakan. Gerakan tersebut meliputi gerakan kepala menoleh ke arah kanan, menoleh ke arah kiri, melihat ke arah atas, melihat ke bawah, miring ke arah kiri, dan miring ke arah kanan. Jenis gerakan ini nantinya menjadi dasar acuan dalam merancang pendeteksi gerakan kepala.

a) Menoleh ke arah kanan

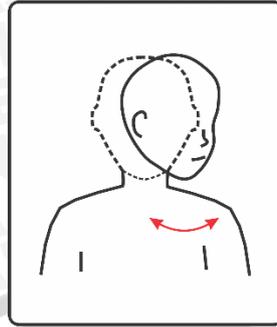
Perputaran arah kepala secara horizontal dari titik awal tegak lurus ke depan berputar ke arah kanan, kemudian dilanjutkan dengan berputar kembali ke titik awal. Gambar 4.1 mengilustrasikan jenis gerakan kepala menoleh ke arah kanan.



Gambar 4.1 Menoleh ke arah kanan

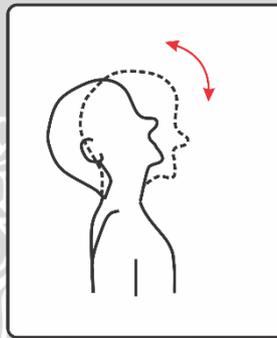
b) Menoleh ke arah kiri

Perputaran arah kepala secara horizontal dari titik awal tegak lurus ke depan berputar ke arah kiri, kemudian dilanjutkan dengan berputar kembali ke titik awal. Gambar 4.2 mengilustrasikan jenis gerakan kepala menoleh ke arah kiri.



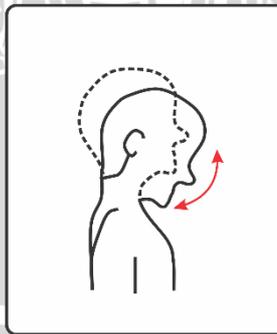
Gambar 4.2 Menoleh ke arah kiri

- c) Melihat ke arah atas
 Perputaran arah kepala secara vertikal dari titik awal tegak lurus ke depan berputar ke arah atas, kemudian dilanjutkan dengan berputar kembali ke titik awal. Gambar 4.3 mengilustrasikan jenis pergerakan kepala melihat ke arah atas.



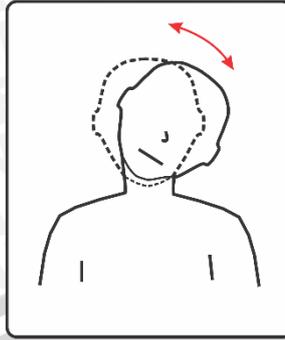
Gambar 4.3 Melihat ke arah atas

- d) Melihat ke arah bawah
 Perputaran arah kepala secara vertikal dari titik awal tegak lurus ke depan berputar ke arah bawah, kemudian dilanjutkan dengan berputar kembali ke titik awal. Gambar 4.4 mengilustrasikan jenis pergerakan kepala melihat ke arah bawah.



Gambar 4.4 Melihat ke arah bawah

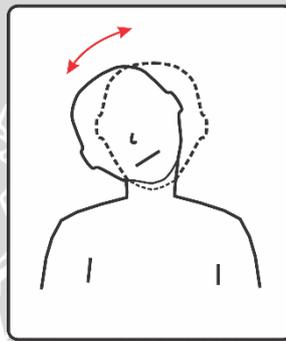
- e) Memiringkan/menyamping ke arah kiri
 Pergerakan memiringkan kepala ke arah kiri kemudian dilanjutkan dengan pergerakan menegakkan kembali kepala seperti semula. Gambar 4.5 mengilustrasikan jenis pergerakan kepala memiringkan ke arah kiri.



Gambar 4.5 Memiringkan ke arah kiri

f) Memiringkan/menyamping ke arah kanan

Pergerakan memiringkan kepala ke arah kiri kemudian dilanjutkan dengan pergerakan menegakkan kembali kepala seperti semula. Gambar 4.6 mengilustrasikan jenis pergerakan kepala memiringkan ke arah kanan.



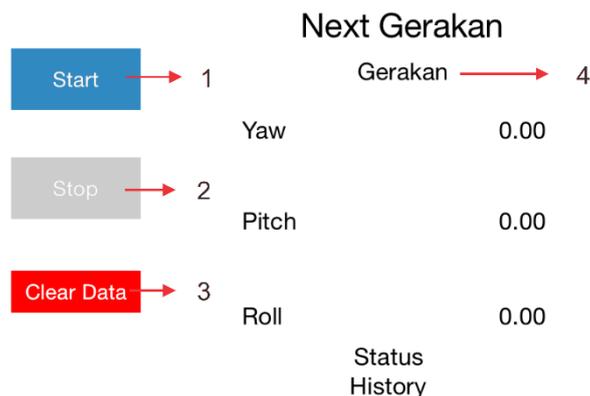
Gambar 4.6 Memiringkan ke arah kanan

4.2 Pengambilan Data Sensor

Pengambilan data sensor diperlukan sebagai dasar data dalam analisis, mencari pola pergerakan, dan merupakan data dasar dalam merancang pola deteksi untuk mengenali pergerakan kepala. Pengambilan data sampel ini dilakukan setelah pendefinisian jenis pergerakan kepala telah selesai dilakukan. Proses pengambilan data sensor dilakukan dengan melakukan eksperimen langsung dengan merekam data sensor ketika pengguna melakukan pergerakan kepala. Dalam melakukan perekaman data sensor dibutuhkan beberapa alat bantu dan aplikasi perekam data sensor, di antaranya adalah:

1. Perangkat bergerak berbasis iOS (iPhone).
2. Google Cardboard.
3. Aplikasi iOS yang mampu merekam data sensor.

Aplikasi perekam data sensor yang digunakan dalam penelitian ini merupakan aplikasi sederhana yang mampu merekam dan menyimpan file rekaman data dalam format txt. Pada pengambilan data sampel, tidak semua data sensor yang tersedia pada perangkat bergerak direkam oleh aplikasi perekam. Penelitian ini memfokuskan menggunakan data sensor yang sudah diolah CoreMotion, yaitu DeviceMotion.



Gambar 4.7 Tampilan Aplikasi Perekam Data Sensor

Gambar 4.7 merupakan tampilan aplikasi perekam data sensor yang digunakan dalam proses pengambilan data sensor, dengan detail keterangan sebagai berikut:

1. Tombol yang digunakan untuk memulai proses mencatat data sensor.
2. Tombol yang digunakan untuk menyudahi proses pencatatan dan melakukan penyimpanan data sensor ke dalam file berformat txt.
3. Menghapus semua file data sensor yang telah berhasil disimpan.
4. Status pergerakan yang dicatat oleh aplikasi (Menoleh ke kanan, menoleh ke kiri, melihat ke atas, melihat ke bawah, miring ke kiri, dan miring ke kanan).

Pada DeviceMotion terdapat lima jenis data yang bisa diambil, data tersebut meliputi: *device attitude*, *rotation rate*, *gravity*, *user acceleration*, dan *magnetic field*. Namun, dari kelima jenis data hanya empat jenis data saja yang nantinya digunakan untuk bahan analisis pencarian pola, yaitu: *device attitude*, *rotation rate*, *gravity*, dan *user acceleration*. Empat jenis data ini dipilih karena masing-masing masih mempunyai pengaruh data saat terjadi pergerakan kepala.

Tahapan-tahapan dalam proses pengambilan data sampel dimulai dengan menjalankan aplikasi perekam data sensor, kemudian tekan tombol "Start" untuk mulai merekam data sensor. Lakukan 1 jenis pergerakan kepala sesuai dengan pesan teks yang tertera pada pesan teks "Next Gerakan". Contoh kasus ketika teks "Next Gerakan" menampilkan teks "Menoleh Ke kanan" maka pengguna melakukan pergerakan kepala menoleh ke kanan beberapa kali. Untuk mengganti jenis pergerakan tekan tombol "Stop" dan kemudian tekan tombol "Start" kembali untuk melakukan jenis pergerakan yang lainnya. Jika ingin mengambil ulang data sampel, tekan tombol "Clear Data" untuk membersihkan data-data sensor hasil perekaman sebelumnya, jika data berhasil dihapus maka lakukan tahapan perekaman dari awal lagi. Ketika akan memulai perekaman pergerakan kepala perangkat bergerak iOS diletakkan terlebih dahulu pada Cardboard dan pasang di kepala untuk mendapatkan data sensor yang sesuai dengan pergerakan kepala.

Dari hasil perekaman data sensor didapatkan data sampel yang merepresentasikan 6 jenis pergerakan dengan total 37 data pergerakan. Pada

setiap data menyimpan 4 jenis tipe data sensor , yaitu: *rotation rate*, *gravity*, *device attitude*, dan *user acceleration*.

4.3 Analisis Data Sensor

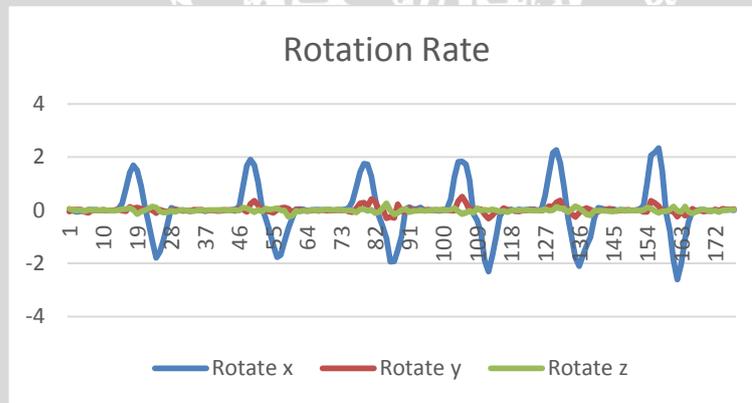
Tahap analisis data sensor dilakukan untuk memilih satu ataupun kombinasi terbaik dari beberapa jenis data sensor, yaitu: *rotation rate*, *gravity*, *device attitude*, dan *user acceleration*, yang mampu mengenali pergerakan kepala. Hasil dari pemilihan jenis data sensor nantinya akan dilakukan analisis lanjut guna mencari pola-pola data saat terjadi pergerakan kepala. Tahapan analisis ini dilakukan dengan menggunakan data sensor sampel yang didapat pada tahapan pengambilan data sampel.

4.3.1 Pemilihan Jenis Data Sensor

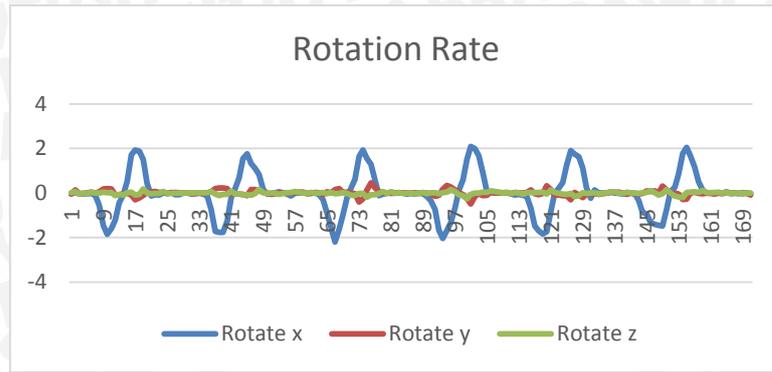
Rotation rate, *gravity*, *device attitude*, dan *user acceleration* merupakan jenis data sensor yang diambil saat pengambilan data sampel. Dari ke empat jenis data ini akan dipilih satu ataupun kombinasi jenis data sensor yang perubahan data sensor paling berpengaruh terhadap setiap jenis pergerakan kepala, yaitu: menoleh ke kanan, menoleh ke kiri, melihat ke atas, melihat ke bawah, memiringkan kepala ke kanan, dan memiringkan kepala ke kiri.

Grafik data sensor dan analisis grafik setiap jenis pergerakan kepala adalah sebagai berikut:

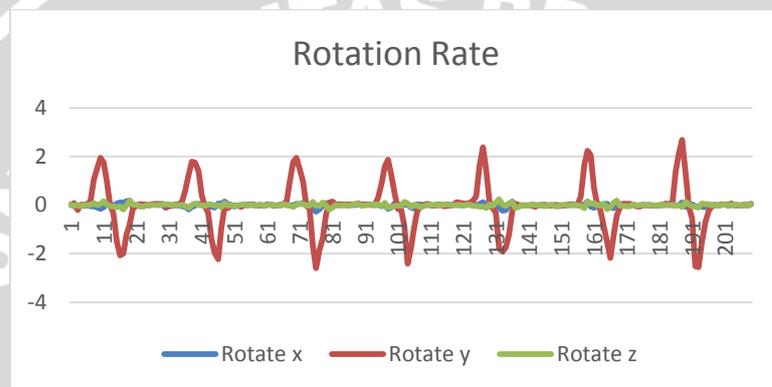
1. *Rotation Rate*



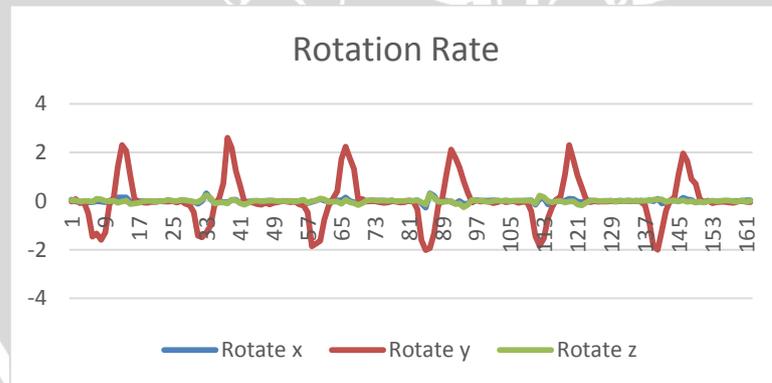
Gambar 4.8 Menoleh ke kanan(*Rotation Rate*)



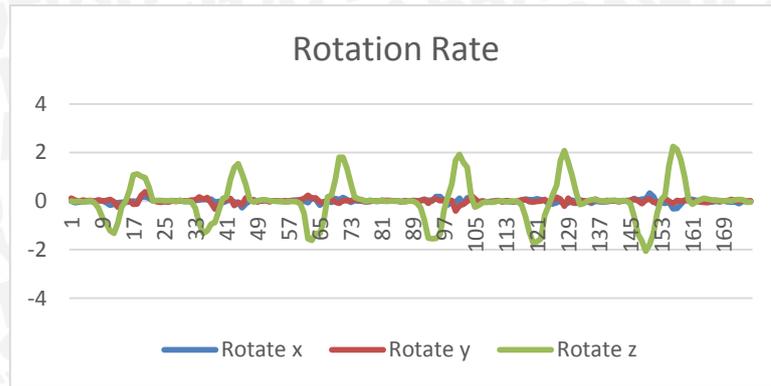
Gambar 4.9 Menoleh ke kiri (*Rotation Rate*)



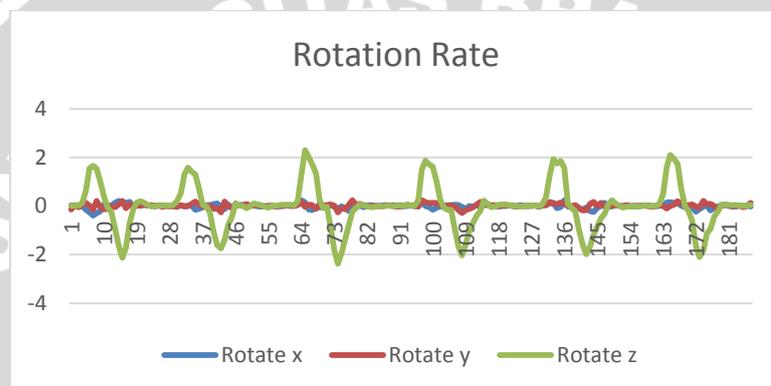
Gambar 4.10 Melihat ke atas (*Rotation Rate*)



Gambar 4.11 Melihat ke bawah (*Rotation Rate*)



Gambar 4.12 Miring ke kanan (*Rotation Rate*)

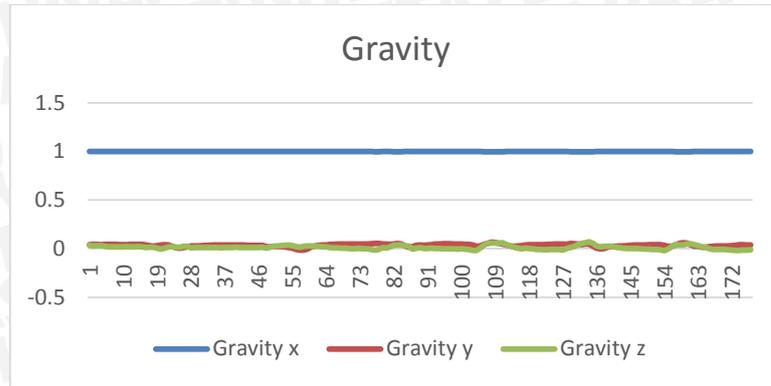


Gambar 4.13 Miring ke kiri (*Rotation Rate*)

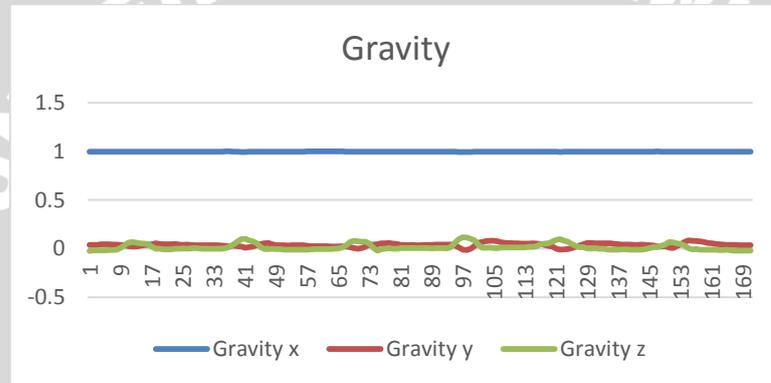
Grafik jenis data sensor *rotation rate* yang ditampilkan pada Gambar 4.8, Gambar 4.9, Gambar 4.10, Gambar 4.11, Gambar 4.12, dan Gambar 4.13, terjadi perubahan data sensor yang sangat signifikan. Dari ke tiga sumbu, yaitu: sumbu x, sumbu y, dan sumbu z masing-masing mempunyai perubahan data yang unik pada setiap pergerakan kepala. Seperti saat pergerakan horizontal menoleh ke kanan dan ke kiri terjadi, sumbu x pada jenis data sensor *rotation rate* terjadi perubahan data yang cukup signifikan. Sedangkan 2 sumbu lainnya secara stabil tidak terjadi perubahan data yang berarti. Ketika pergerakan vertikal ke atas dan ke bawah terjadi, sumbu y juga terjadi perubahan data yang signifikan, sedangkan 2 sumbu lainnya, yaitu sumbu x dan sumbu z tidak ada perubahan data yang berarti. Begitu pula ketika pergerakan kepala miring ke kanan dan ke kiri terjadi, sumbu z pada jenis data sensor *rotation rate* mengalami perubahan data yang cukup signifikan, sedangkan 2 sumbu lainnya, yaitu sumbu x dan sumbu y secara stabil tidak mengalami perubahan data yang besar.



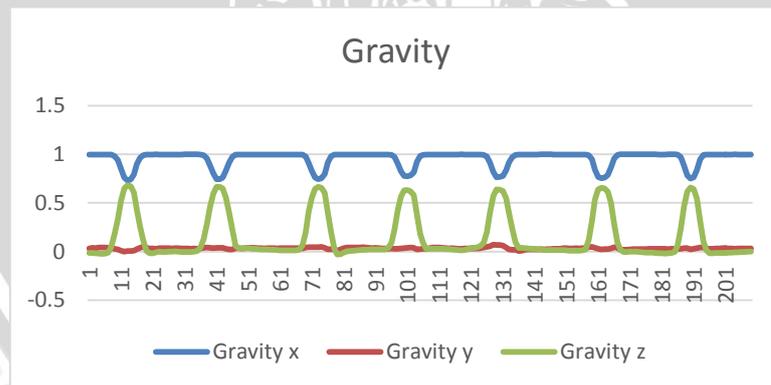
2. Gravity



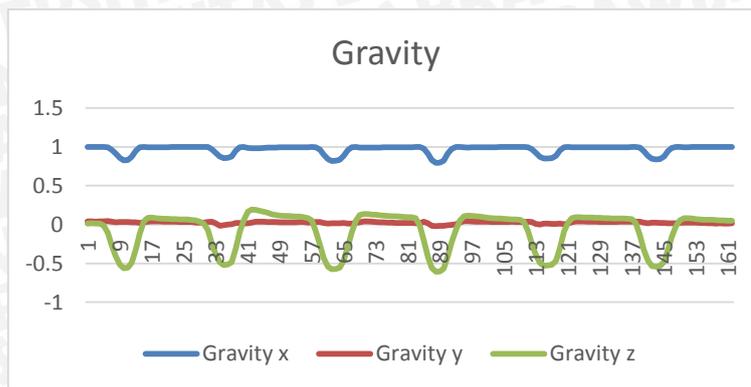
Gambar 4.14 Menoleh ke kanan (Gravity)



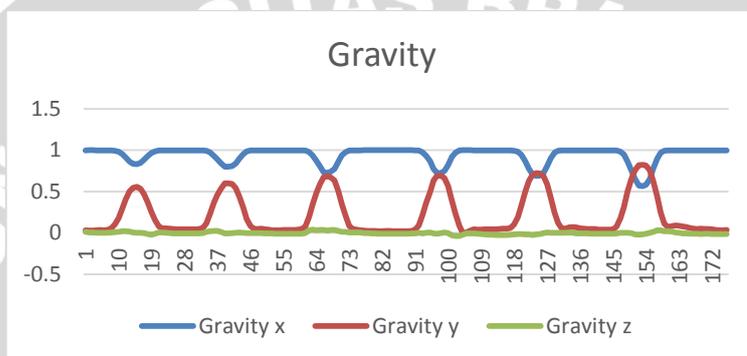
Gambar 4.15 Menoleh ke kiri (Gravity)



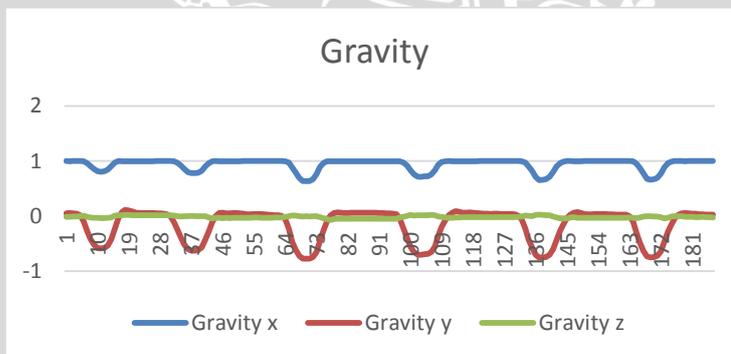
Gambar 4.16 Melihat ke atas (Gravity)



Gambar 4.17 Melihat ke bawah (Gravity)



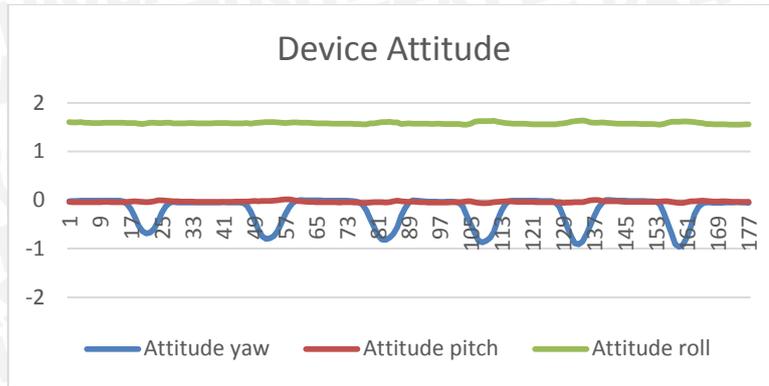
Gambar 4.18 Miring ke kanan (Gravity)



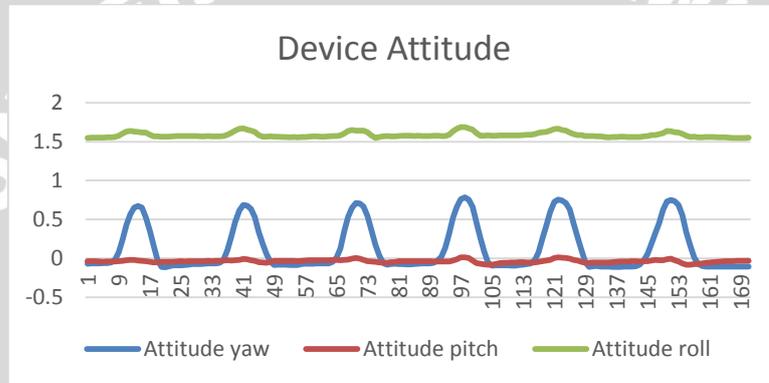
Gambar 4.19 Miring ke kiri (Gravity)

Grafik jenis data sensor *Gravity* yang ditampilkan dalam Gambar 4.14, Gambar 4.15, Gambar 4.16, Gambar 4.17, Gambar 4.18, dan Gambar 4.19 terlihat bahwa sumbu x dan sumbu z mengalami perubahan data yang signifikan ketika pergerakan vertikal ke atas dan ke bawah terjadi. Begitu pula sumbu x dan sumbu y mengalami perubahan data yang signifikan ketika terjadi pergerakan kepala miring ke arah kanan dan ke arah kiri. Akan tetapi ketika pergerakan horizontal ke arah kanan dan ke arah kiri terjadi, 3 sumbu yang ada pada jenis data sensor *gravity* tidak mengalami perubahan data yang berarti.

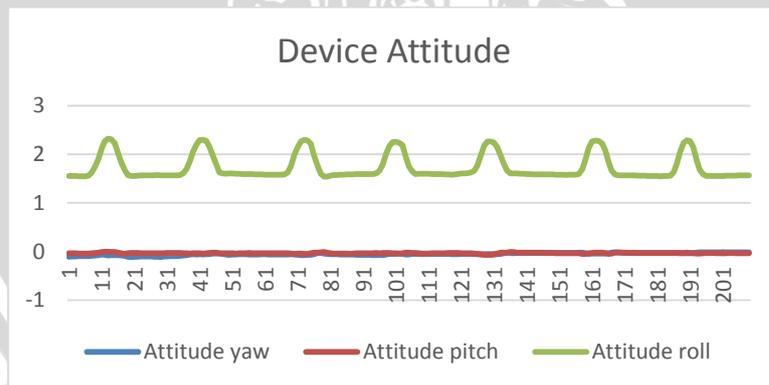
3. Device Attitude



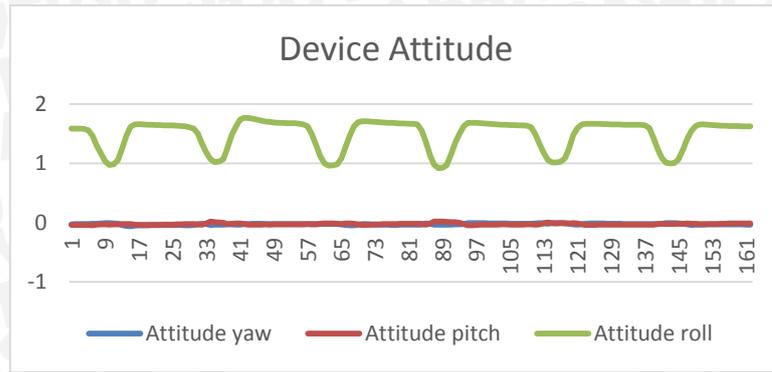
Gambar 4.20 Menoleh ke kanan (Device Attitude)



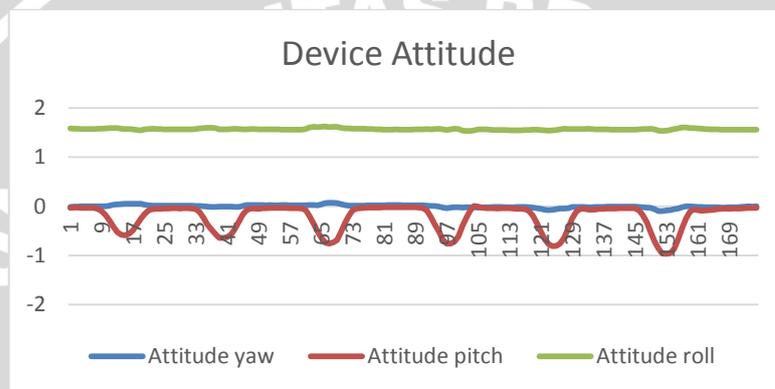
Gambar 4.21 Menoleh ke kiri (Device Attitude)



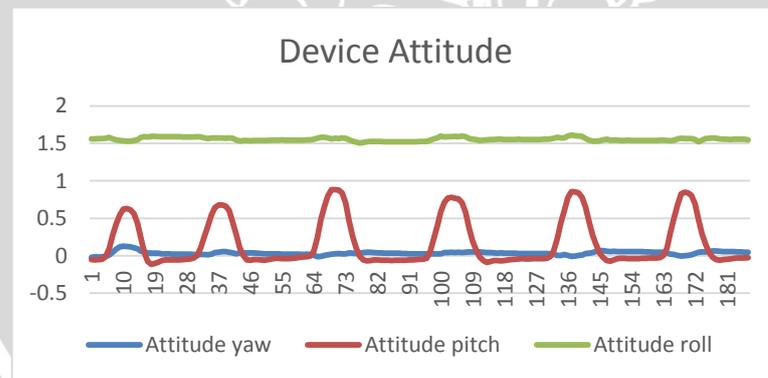
Gambar 4.22 Melihat ke atas (Device Attitude)



Gambar 4.23 Melihat ke bawah (Device Attitude)



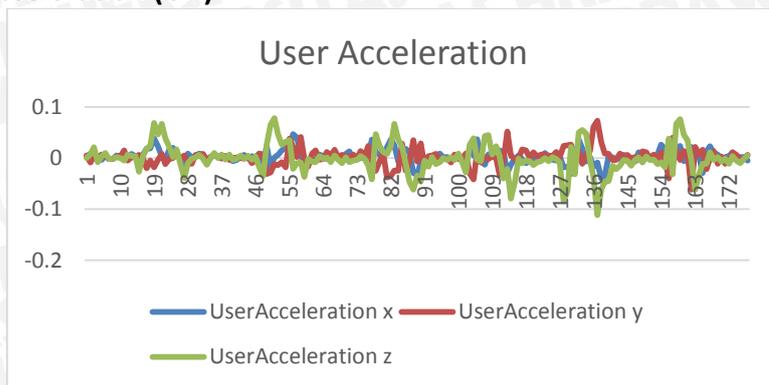
Gambar 4.24 Miring ke kanan (Device Attitude)



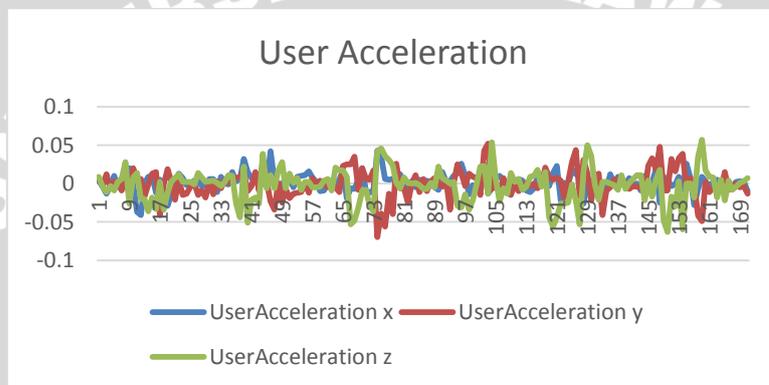
Gambar 4.25 Miring ke kiri (Device Attitude)

Grafik jenis data *device attitude* yang ditampilkan dalam Gambar 4.20, Gambar 4.21, Gambar 4.22, Gambar 4.23, Gambar 4.24, dan Gambar 4.25 terlihat bahwa pada saat terjadi pergerakan horizontal ke arah kanan dan ke arah kiri, data pada sumbu *yaw* terjadi perubahan data yang cukup signifikan. Ketika pergerakan vertikal ke arah atas dan ke arah bawah terjadi, data sumbu *roll* juga mengalami perubahan data yang besar. Begitu pula ketika terjadi pergerakan kepala miring ke arah kanan dan ke arah kiri, sumbu *pitch* mengalami perubahan data dan 2 sumbu lainnya normal tanpa ada perubahan data yang berarti.

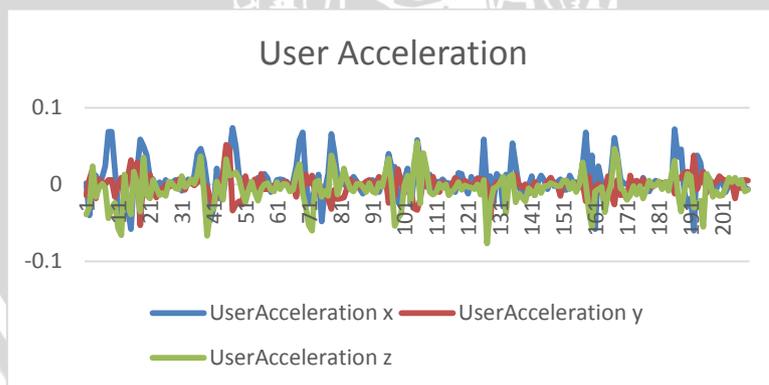
4. User Acceleration (UA)



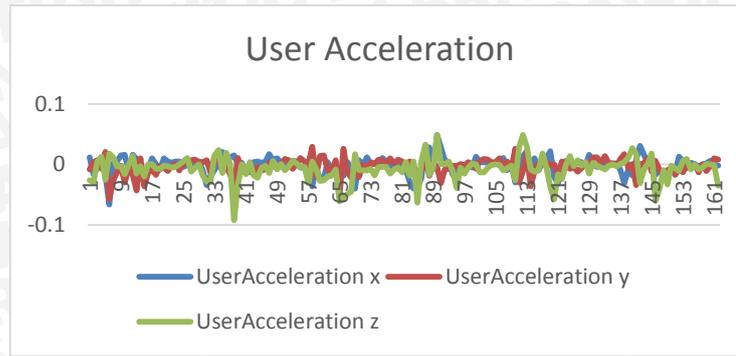
Gambar 4.26 Menoleh ke kanan (UA)



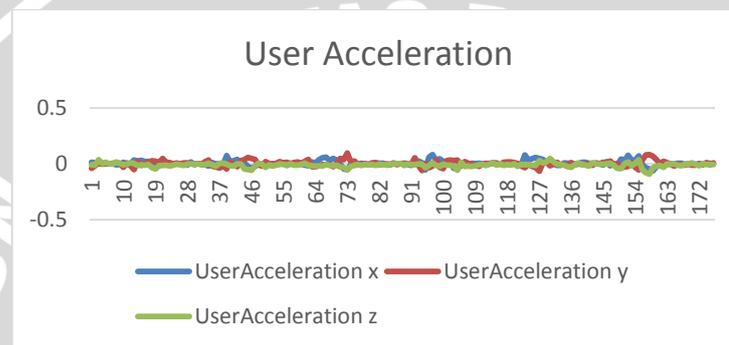
Gambar 4.27 Menoleh ke kiri (UA)



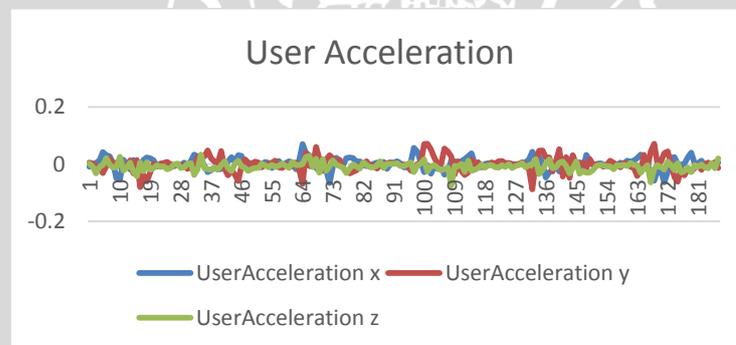
Gambar 4.28 Melihat ke atas (UA)



Gambar 4.29 Melihat ke bawah (UA)



Gambar 4.30 Miring ke kanan (UA)



Gambar 4.31 Miring ke kiri (UA)

Grafik data yang terakhir, yaitu: *user acceleration*, yang ditampilkan dalam Gambar 4.26, Gambar 4.27, Gambar 4.28, Gambar 4.29, Gambar 4.30, dan Gambar 4.31, saat terjadi pergerakan kepala pada pengguna, semua sumbu mengalami reaksi perubahan data yang signifikan. Akan tetapi tidak ada ciri atau pola khas yang tampak pada perubahan data sumbu saat pergerakan kepala terjadi. Semua pergerakan kepala mempunyai pola data yang sama di semua sumbu pada *user acceleration*.

Kesimpulan dari hasil analisis grafik data sensor didapatkan bahwa saat terjadi pergerakan kepala, sensor *rotation rate* dan *device attitude* mengalami reaksi



perubahan data yang signifikan dan unik terhadap masing-masing jenis pergerakan kepala. Tidak satu pun sumbu dari ke dua sensor mengalami perubahan data lebih dari 1 jenis arah sumbu pergerakan kepala (unik). Sebagai contoh sumbu *yaw* mengalami perubahan data hanya saat terjadi pergerakan pada sumbu horizontal ke kanan dan ke kiri. Dan ketika pergerakan kepala yang terjadi selain pada sumbu horizontal, data pada sensor sumbu *yaw* tidak mengalami perubahan. Akan tetapi jenis data sensor *device attitude* mempunyai perubahan data yang lebih mudah dibaca dibanding dengan rotation rate. Terlihat pada grafik sensor *device attitude* gelombang data yang terjadi ketika pergerakan kepala adalah 1 gelombang, sedangkan pada *rotation rate* terjadi 2 gelombang perubahan data setiap terjadi sebuah pergerakan kepala. Artinya jenis data sensor *device attitude* lebih mudah dan unik untuk digunakan sebagai data acuan dalam mengenali pergerakan kepala. Selain itu, dari hasil analisis data sensor didapatkan bahwa pergerakan kepala bisa dikategorikan menjadi 3 jenis, yaitu:

1. Pergerakan Horizontal ke kanan dan ke kiri

Pada pergerakan jenis ini, sumbu yang bereaksi saat terjadi pergerakan adalah sumbu *yaw*. Dengan data, jika pergerakan ke arah kanan maka nilai sumbu *yaw* bernilai negatif. Sedangkan jika pergerakan ke arah kiri nilai data sumbu *yaw* bernilai positif.

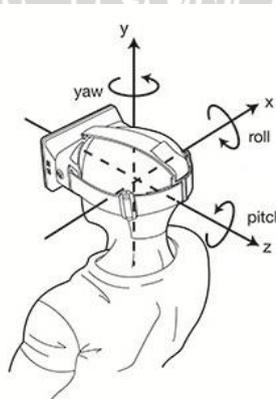
2. Pergerakan Vertikal ke atas dan ke bawah

Pada pergerakan Vertikal, sumbu yang mengalami reaksi saat terjadi pergerakan adalah sumbu *roll*. Dengan data, jika pergerakan ke arah atas maka nilai sumbu *roll* bernilai positif. Sedangkan jika pergerakan ke arah bawah nilai dari sumbu *roll* bernilai negatif.

3. Pergerakan menyamping/miring ke kiri dan ke kanan

Pergerakan yang terakhir, sumbu yang mengalami reaksi saat pergerakan kepala menyamping ke kanan dan ke kiri adalah sumbu *pitch*. Dengan data, jika pergerakan menyamping ke arah kanan maka nilai sumbu *pitch* bernilai negatif. Sedangkan jika pergerakan menyamping ke arah kiri nilai data *pitch* bernilai positif.

Gambar 4.32 menampilkan sumbu sensor yang mengalami perubahan data saat terjadi pergerakan kepala.



Gambar 4.32 Sumbu data *attitude* pada pergerakan kepala

4.4 Perancangan Metode Deteksi Pergerakan Kepala

Perancangan metode deteksi pergerakan kepala merupakan tahap perancangan algoritma pengenalan pergerakan kepala dengan mengacu pada data sensor dan pola-pola data sensor yang sudah didapat pada tahapan analisis. Dari hasil analisis didapatkan bahwa pendeteksian pergerakan kepala mampu dilakukan dengan mengacu dan menggunakan data *motion* jenis *device attitude*. Pada data sensor ini terdapat 3 sumbu data yang nantinya bisa diambil, meliputi data sumbu *yaw* yang digunakan dalam mengenali pergerakan kepala horizontal ke arah kanan dan ke arah kiri, sumbu *roll* yang digunakan untuk mengenali pergerakan jenis vertikal ke arah atas dan ke arah bawah, dan yang terakhir adalah sumbu *pitch* yang mampu mengenali pergerakan menyamping ke arah kanan dan ke arah kiri.

4.4.1 Satuan Data Sensor

Pada data sensor jenis *device attitude*, hasil pengembalian data yang didapatkan dari sensor adalah dalam satuan Radian. Sedangkan pergerakan kepala yang nantinya akan dideteksi hanya mampu dikenali dengan besaran sudut arah perubahan pergerakan atau derajat perubahan arah. Artinya perlu dilakukan konversi data sensor yang semula bersatuan radian menjadi derajat. Untuk melakukan konversi radian ke derajat bisa dilakukan dengan perhitungan seperti pada persamaan 4.1.

$$rad = 180^\circ/\pi \quad (4.1)$$

4.4.2 Variabel data

Tahapan ini dilakukan untuk mendapatkan variabel-variabel data yang nantinya diperlukan dalam proses perancangan deteksi pergerakan kepala. Setelah data sensor dari hasil pengambilan sampel dikonversi ke dalam satuan derajat, kemudian dilakukan pencarian beberapa variabel data dari setiap jenis pergerakan kepala, yang mana terdapat 3 jenis, yaitu: pergerakan horizontal ke kanan dan ke kiri, pergerakan vertikal ke atas dan ke bawah, dan pergerakan menyamping ke kanan dan ke kiri. variabel data yang didapat meliputi:

- a. Pergerakan Horizontal ke kanan dan ke bawah

Pada Tabel 4.1 merupakan hasil variabel data yang didapat dari data sampel pada data sensor sumbu *yaw*, dengan jenis pergerakan horizontal ke kanan dan ke kiri.

Tabel 4.1 Variabel data pergerakan pada Sumbu *Yaw*

No	Jenis data	Nilai
1	Jumlah pergerakan	12
2	Rata-rata data pergerakan (Mulai)	16.01333333°
3	Rata-rata data pergerakan (Selesai)	14.35458333°
4	<i>Threshold</i> Sudut	15.18395833°
5	Interval mulai dan selesai (min)	5

6	Interval mulai dan selesai (max)	9
---	----------------------------------	---

b. Pergerakan Vertikal ke atas dan ke bawah
Tabel 4.2 menampilkan data variabel yang didapat dari data sensor sumbu *roll* dengan jenis pergerakan vertikal ke arah atas dan ke arah bawah.

Tabel 4.2 Variabel data pergerakan pada Sumbu *Roll*

No	Jenis data	Nilai
1	Jumlah pergerakan	13
2	Rata-rata data pergerakan (Mulai)	12.63307692°
3	Rata-rata data pergerakan (Selesai)	12.81092308°
4	<i>Threshold</i> Sudut	12.722°
5	Interval mulai dan selesai (min)	4
6	Interval mulai dan selesai (max)	9

c. Pergerakan Menyamping ke kanan dan ke kiri
Tabel 4.3 menampilkan data variabel yang didapat dari data sensor sumbu *pitch* dengan jenis pergerakan menyamping ke kanan dan ke kiri.

Tabel 4.3 Variabel data pergerakan pada Sumbu *Pitch*

No	Jenis data	Nilai
1	Jumlah pergerakan	12
2	Rata-rata data pergerakan (Mulai)	13.09058333°
3	Rata-rata data pergerakan (Selesai)	13.72583333°
4	<i>Threshold</i> Sudut	13.40820833°
5	Interval mulai dan selesai (min)	8
6	Interval mulai dan selesai (max)	11

Pada Tabel 4.1, Tabel 4.2, dan Tabel 4.3, terdapat enam jenis variabel data, yang mana masing-masing variabel mempunyai penjelasan sebagai berikut:

1. Jumlah pergerakan

Jumlah pergerakan merupakan data jumlah pergerakan kepala yang terjadi pada setiap jenis pergerakan kepala (yang terjadi saat pengambilan data sampel). Jenis pergerakan kepala ada 3 jenis, horizontal (kanan dan kiri), vertikal (atas dan bawah), dan menyamping (kanan dan kiri).

2. Rata-rata data pergerakan (Mulai)

Rata-rata data saat pergerakan dimulai merupakan data sudut rata-rata dari data inialisasi setiap pergerakan kepala terjadi. Ketika terjadi pergerakan kepala,

data pada sensor akan mengalami reaksi dengan mengalami perubahan. Data rata-rata diambil dari data rata-rata saat transisi data dari stabil ke arah data saat terjadi perubahan. Dalam Gambar 4.33 data pertama saat terjadi transisi pergerakan adalah data pada nomor 5.

3. Rata-rata data pergerakan (Selesai)

Rata-rata data saat pergerakan akan berakhir merupakan data rata-rata pada saat data terjadi lonjakan sampai data menjadi normal kembali . Dalam Gambar 4.33 data peralihan dari data saat terjadi lonjakan dan kembali normal dicontohkan pada data nomor 14.

4. Threshold sudut

Data *threshold* merupakan data rata-rata sudut saat mulai dan selesainya sebuah pergerakan. Data *threshold* ini nantinya akan digunakan sebagai parameter penanda apakah pergerakan kepala sudah terjadi atau belum terjadi.

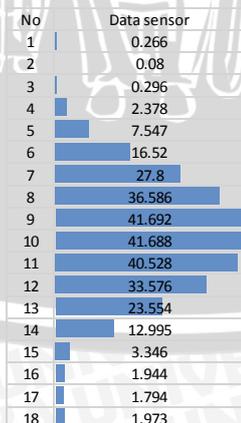
5. Interval mulai dan selesai (Min)

Data interval minimal digunakan untuk mengetahui berapa nilai jarak interval minimal dari semua data pergerakan saat pergerakan dimulai dan pergerakan selesai. Dalam Gambar 4.33, jika data pada nomor 5 adalah awal dari pergerakan, dan data nomor 14 merupakan akhir dari pergerakan, maka panjang interval dari data tersebut adalah 10 (data mulai dan data selesai ikut disertakan).

6. Interval mulai dan selesai (Maks)

Data interval maksimal digunakan untuk mengetahui berapa jarak interval maksimal dari semua data pergerakan saat pergerakan dimulai dan pergerakan selesai.

Gambar 4.33 ditampilkan perubahan data pada jenis data *Device Attitude* saat terjadi pergerakan kepala. Pergerakan kepala dinyatakan terjadi saat data sensor mengalami perubahan data dari yang awalnya data normal atau stabil berubah mengalami lonjakan data yang signifikan (naik), kemudian perubahan data kembali menjadi stabil yang menandakan bahwa pergerakan kepala sudah selesai.



Gambar 4.33 Contoh pola data sensor saat terjadi pergerakan

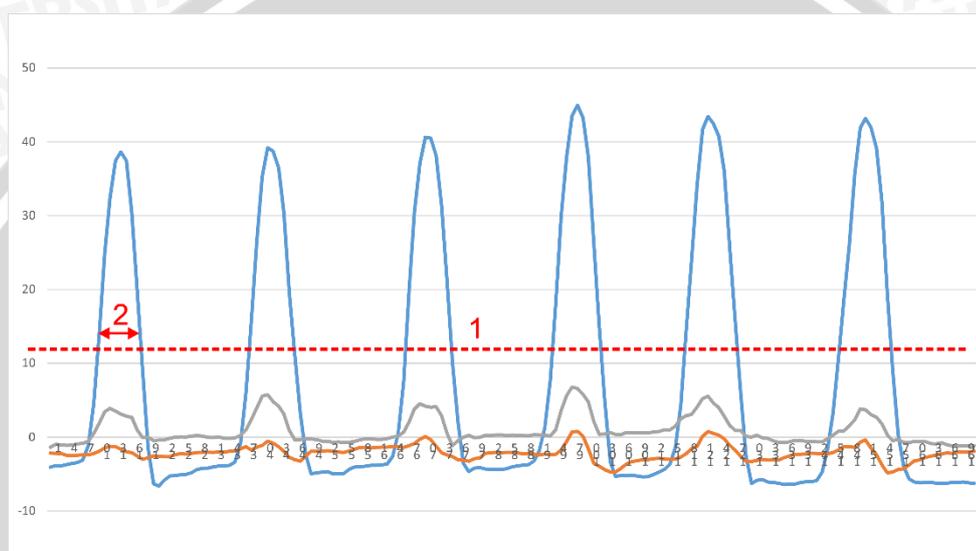
Dalam penentuan interval panjang minimum digunakan data interval minimum paling kecil dari ke-3 jenis pergerakan, yaitu 4. Dan untuk menentukan



interval batas maksimal diambil dari data interval maksimum paling besar dari ke-3 jenis pergerakan, yaitu 11.

4.4.3 Algoritma

Dari data-data sensor dan analisis yang sudah didapat, selanjutnya akan dilakukan perancangan algoritma mendeteksi pergerakan kepala. Pada subbab analisis dan variabel data sudah didapatkan beberapa data dari setiap jenis pergerakan kepala, seperti: pola data sumbu dari setiap pergerakan, *threshold* sudut dari setiap jenis pergerakan, dan panjang interval minimal dan maksimal data saat pergerakan dimulai sampai pergerakan selesai.



Gambar 4.34 Variabel Data pada pola data pergerakan kepala.

Dari data analisis yang sudah diperoleh bisa diambil kesimpulan, tahapan dalam pendeteksian pergerakan kepala bisa dilakukan dengan proses sebagai berikut:

1. Mendeteksi jenis sumbu sensor data

Pada tahapan awal akan dilakukan pengecekan data sensor (data dalam satuan derajat), mengecek jenis sumbu yang mengalami perubahan data apakah sumbu *yaw*, *roll*, atau *pitch*. Pengecekan ini berguna untuk menentukan jenis pergerakan kepala. Jika sumbu *yaw* mengalami perubahan data, maka jenis pergerakan kepala bisa diidentifikasi sebagai pergerakan horizontal (ke kanan atau ke kiri). Jika sumbu *roll* yang mengalami perubahan data maka bisa diketahui bahwa pergerakan yang terjadi adalah pergerakan jenis vertikal (ke atas atau ke bawah). Dan jika yang mengalami perubahan adalah sumbu *pitch*, maka jenis pergerakan yang terjadi adalah pergerakan kepala menyamping atau miring (ke kanan atau ke kiri).

2. Pengecekan *Threshold* sudut

Setelah pada tahapan sebelumnya dilakukan identifikasi sumbu sensor yang mengalami perubahan data, pada tahapan ini akan dilakukan pengecekan data sensor. apakah data sensor sudah melewati *threshold* yang sudah ditentukan pada

setiap jenis pergerakan atau belum. Pengecekan ini berguna untuk inialisasi dimulainya penghitungan interval/*Cycle* dan juga berguna untuk inialisasi penghitungan interval berhenti. Secara detail, ketika data sensor pertama kali melewati atau melebihi *threshold* yang sudah ditentukan maka penghitungan interval dimulai, dan ketika data sensor untuk kedua kalinya menyentuh batas *threshold*, dalam hal ini data sensor menurun dan lebih kecil dari nilai *threshold* maka penghitungan interval berhenti. Data sensor sebuah pergerakan dinyatakan valid jika data sensor sudah melewati dua kali *threshold* sudut yang sudah ditentukan. Setiap jenis pergerakan masing-masing mempunyai *threshold* masing-masing sesuai dengan data yang sudah didapat pada subbab variabel data. Dalam Gambar 4.34 batas *threshold* ditunjukkan pada nomor 1.

3. Pengecekan nilai data sensor

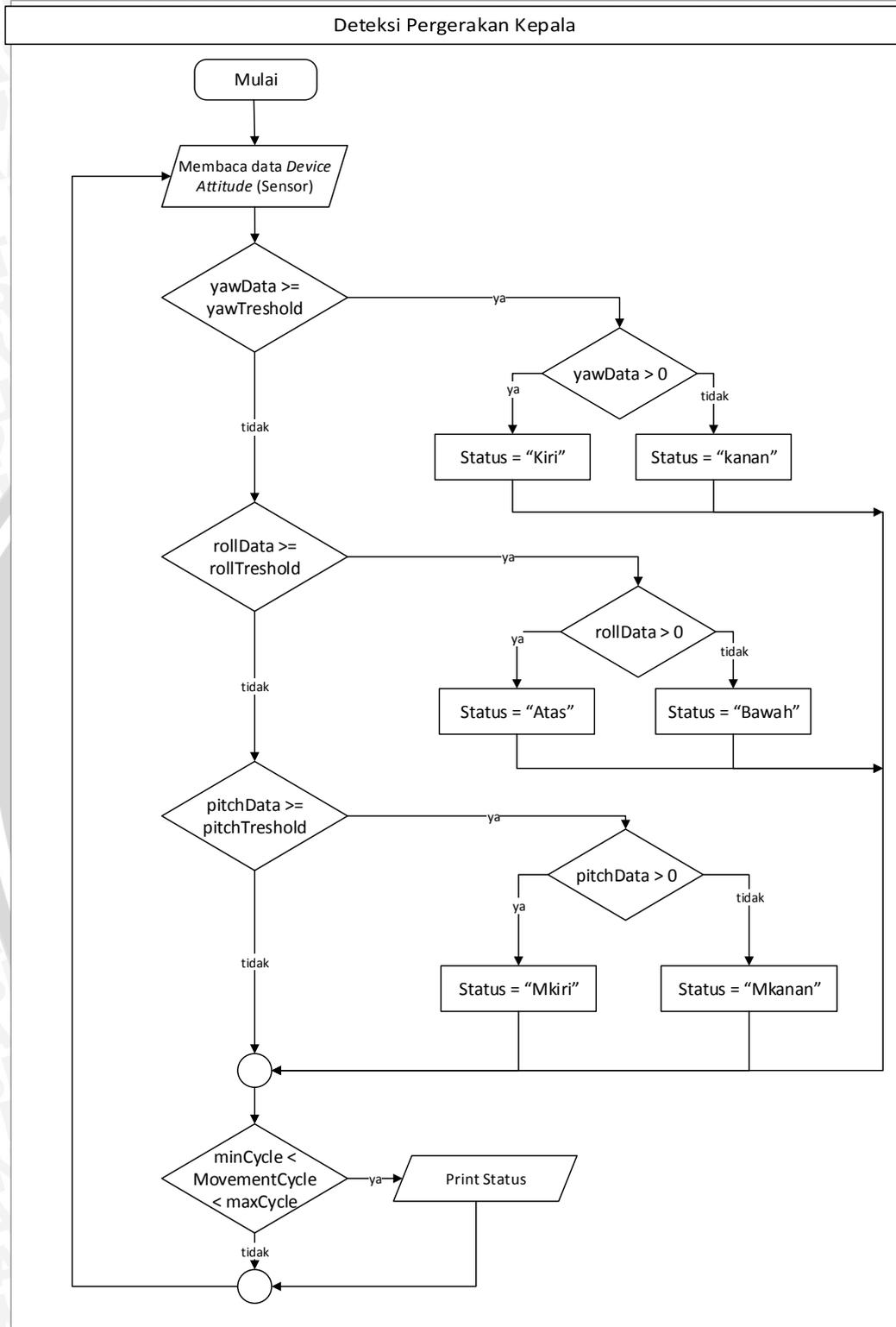
Ketika pada tahapan sebelumnya berguna untuk menentukan jenis dari pergerakan, yaitu: pergerakan horizontal, vertikal, atau pergerakan miring/menyamping. Pada tahapan ini berfungsi untuk menentukan arah dari pergerakan. Jika pergerakan horizontal, maka tahapan ini untuk menentukan apakah pergerakan yang terjadi termasuk pergerakan horizontal ke arah kanan atau ke arah kiri. Jika jenis pergerakan masuk ke dalam jenis pergerakan vertikal, maka tahapan ini untuk menentukan apakah pergerakan ke arah atas atau ke arah bawah. Dan jika jenis pergerakan ke arah samping/miring, maka tahapan ini berguna untuk menentukan apakah pergerakan menyamping ke arah kanan atau ke arah kiri. Untuk menentukan arah dari pergerakan, pengecekan mengacu pada nilai positif atau negatif data sensor saat terjadinya pergerakan kepala. Pengaruh positif dan negatif pada data sensor dijelaskan pada subbab analisis data sensor.

4. Pengecekan panjang interval data sensor saat mengalami perubahan data

Setelah penentuan jenis pergerakan beserta arah dari pergerakan, selanjutnya akan dilakukan pengecekan panjang interval/*Cycle* pergerakan. Pengecekan ini dilakukan untuk memvalidasi sebuah pergerakan. Ketika pergerakan dinyatakan masuk dalam interval batas minimum dan batas maksimum, maka pergerakan dinyatakan valid. Ilustrasi panjang interval pada data sensor ditunjukkan dengan nomor 2 dalam Gambar 4.34.

Gambar 4.35 ditampilkan alur pendeteksian pergerakan kepala sesuai dengan hasil perancangan algoritma yang telah didapat pada subbab sebelumnya, yaitu: pengecekan jenis sumbu sensor, pengecekan *threshold* sudut, penentuan arah dari pergerakan dengan mengacu pada besar nilai dari data sensor, dan terakhir adalah pengecekan panjang interval data saat pergerakan dimulai sampai pergerakan berakhir.

4.4.4 Flowchart



Gambar 4.35 Alur Deteksi Pergerakan Kepala

BAB 5 IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

Guna membuktikan hasil analisis dan perancangan metode pendeteksian pergerakan kepala yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, dibutuhkan sebuah aplikasi simulasi sederhana yang mampu menerapkan sistem kendali berbasis pergerakan kepala. Aplikasi ini nantinya akan digunakan untuk proses pengujian akurasi dan usabilitas dari metode pendeteksian pergerakan kepala yang telah berhasil dirancang.

5.1 Implementasi

Pada subbab ini akan menjelaskan implementasi atau penerapan metode pendeteksian pergerakan kepala dengan memanfaatkan sensor internal pada perangkat bergerak berbasis iOS berdasarkan hasil analisis dan pengenalan pola pergerakan kepala yang telah dilakukan sebelumnya. Contoh penerapan dari metode pendeteksian pergerakan kepala akan diterapkan pada sebuah sistem kendali untuk aplikasi pemutar musik sederhana.

5.1.1 Implementasi Sistem Kendali

Sistem kendali pada aplikasi perangkat bergerak pemutar musik sederhana menggunakan sistem kendali berbasis pergerakan kepala, sesuai dengan jenis pergerakan kepala yang sudah ditentukan pada bab 4, yaitu: menoleh ke kanan, menoleh ke kiri, melihat ke arah atas, melihat ke arah bawah, memiringkan ke arah kiri, dan memiringkan ke arah kanan. Semua jenis pergerakan kepala akan diterapkan masing-masing untuk menangani 1 buah aksi pada aplikasi. Aksi tersebut meliputi: memilih daftar lagu/musik, *play* musik, *pause*, *unpause*, *stop* dan kembali ke menu awal. Detil sistem kendali yang diterapkan pada aplikasi pemutar musik sederhana dapat dilihat pada Tabel 5.5.

Tabel 5.1 Daftar Kendali pada Aplikasi Pemutar Musik

No	Pergerakan Kepala	Aksi/Kendali
1	Menoleh ke Kanan	Memilih daftar lagu (Lagu selanjutnya)
2	Menoleh ke Kiri	Memilih daftar lagu (Lagu sebelumnya)
3	Melihat ke Bawah	Memutar lagu yang sedang dipilih
4	Melihat ke Atas	Mem- <i>pause</i> lagu yang sedang diputar.
5	Memiringkan ke arah Kiri	<i>Unpause</i> lagu yang sedang di <i>pause</i>
6	Memiringkan ke arah Kanan	<i>Stop</i> lagu yang sedang diputar dan mengembalikan tampilan ke tampilan awal aplikasi.

5.1.2 Batasan-batasan Implementasi

Pada tahap implementasi aplikasi perangkat bergerak memiliki beberapa batasan dalam proses pengerjaan, antara lain:

1. Aplikasi perangkat bergerak pemutar musik diimplementasikan untuk dapat berjalan pada perangkat bergerak minimal iPhone versi 4, dengan iOS version minimal 7.1.
2. Aplikasi perangkat bergerak diimplementasikan menggunakan Bahasa pemrograman Objective-C, dan dengan *tool* Xcode.

5.1.3 Implementasi Kode Program

Sub bab ini menjelaskan kode program aplikasi pemutar musik dengan sistem kendali berbasis pergerakan kepala.

5.1.3.1 Fungsi Pembacaan Data Sensor

Menjelaskan kode untuk fungsi mendeteksi pergerakan kepala yang dilakukan oleh pengguna. Pada fungsi ini terdapat beberapa tahapan, seperti: tahap pengecekan jenis data sensor; pengecekan *threshold* sudut dan validasi pergerakan.

```

1. -(void)startMotion{
2.     motionManager = [[CMMotionManager alloc] init];
3.     motionManager.deviceMotionUpdateInterval = 1.0 / 60.0; // interval w
    aktu pembacaan
4.     [motionManager startDeviceMotionUpdates];
5.     if (motionManager.deviceMotionAvailable ) {
6.         timer = [NSTimer scheduledTimerWithTimeInterval:0.1f target:self
7.         selector:@selector(deteksiPergerakan:) userInfo:nil repeats:YES];
8.     }
9. }
10. -(void)deteksiPergerakan:(NSTimer *)timer{
11.
12.     CMDeviceMotion *motionData = motionManager.deviceMotion;
13.     CMAAttitude *attitude = motionData.attitude;
14.
15.     yawData      = attitude.yaw * 180 / M_PI;
16.     pitchData    = attitude.pitch * 180 / M_PI;
17.     rollData     = (attitude.roll * 180 / M_PI) - 90;
18.

```

Kode 5.1 Fungsi Pembacaan Data Sensor

Kode 5.2 ditampilkan implementasi kode program ViewController untuk fungsi pembacaan data sensor *device attitude*. Data sensor ini nantinya dibutuhkan untuk proses pendeteksian pergerakan kepala. Penjelasan kode program adalah sebagai berikut:

1. Baris 1-8, Inisialisasi interval dalam proses pengambilan data sensor.
2. Baris 12-17, inisialisasi instance *device motion* dan proses pembacaan data sensor *device attitude*.

5.1.3.2 Fungsi Kendali Aplikasi

Menjelaskan fungsi-fungsi yang dijalankan saat terjadi pergerakan kepala.

```

1. #pragma fungsi ketika mengganggu
2.
3. -(void)keBawah:(int*)posisi{

```

```

4.     flagOk = 1;
5.     musik = [NSString stringWithFormat:@" -
> %@", [ArrayDescPerintah objectAtIndex:posisi]];
6.     statPlayer = @"Diputar";
7.     [self ubahStatus:statPlayer :musik];
8.
9.     NSString *path = [NSString stringWithFormat:@"%@@/%@", [[NSBundle mai
nBundle] resourcePath], [ArrayAksiPerintah objectAtIndex:posisi]];
10.
11.     NSURL *soundUrl = [NSURL fileURLWithPath:path];
12.
13.
14.
15.     _audioPlayer = [[AVAudioPlayer alloc] initWithContentsOfURL:soundUrl
error:nil];
16.     [_audioPlayer play];
17.
18. }
19.
20.
21. #pragma fungsi ketika kepala menoleh ke atas
22. -(void)keAtas:(int*)posisi{
23.     if (flagOk == 1) {
24.         flagOk = 2;
25.         statPlayer = @"Dipause";
26.         [self ubahStatus:statPlayer :musik];
27.         [_audioPlayer pause];
28.     }
29. }
30.
31. #pragma fungsi miring kepala
32. -(void)keKanan{
33.     [_audioPlayer stop];
34.     flagOk = 0;
35.     posisi = 0;
36.     musik = @"";
37.     statPlayer = @"Stanby";
38.     [self ubahStatus:statPlayer :musik];
39. }
40.
41. -(void)keKiri{
42.     if (flagOk == 2) {
43.         [_audioPlayer play];
44.         statPlayer = @"Diputar";
45.         [self ubahStatus:statPlayer :musik];
46.     }
47. }

```

Kode 5.2 Fungsi Kendali Aplikasi

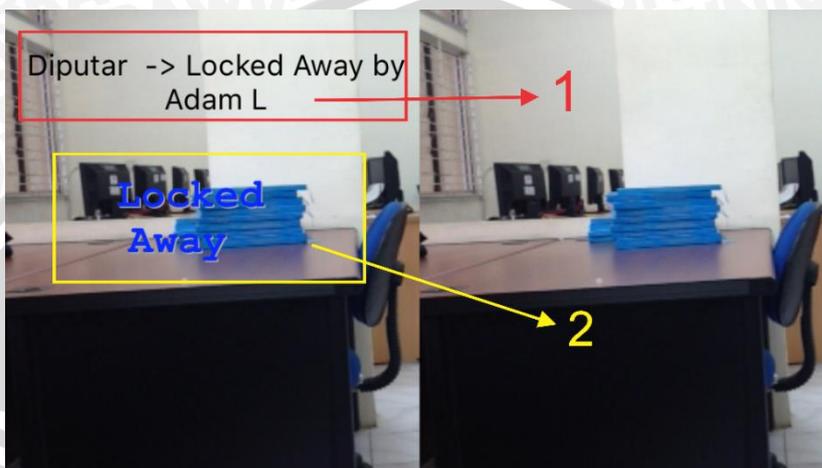
Kode 5.3 ditampilkan implementasi kode program ViewController untuk fungsi aksi yang dijalankan ketika sebuah pergerakan kepala terdeteksi. Penjelasan kode program adalah sebagai berikut:

1. Baris 3-18, merupakan fungsi yang dijalankan ketika jenis pergerakan kepala adalah menoleh ke bawah.
2. Baris 22-29, merupakan fungsi yang dijalankan ketika jenis pergerakan kepala menoleh ke atas terjadi.
3. Baris 32-39, fungsi yang dijalankan saat terjadi pergerakan kepala miring ke arah kanan.

- Baris 41-47, fungsi yang dipanggil ketika sebuah pergerakan kepala miring ke arah kiri terjadi.

5.1.4 Implementasi Antarmuka

Implementasi antar muka menampilkan antarmuka dari aplikasi yang telah diterapkan sistem kendali berbasis pergerakan kepala. Aplikasi yang dibangun merupakan aplikasi pemutar musik sederhana yang hanya mempunyai 1 halaman tampilan dengan latar belakang gambar kamera.



Gambar 5.1 Antarmuka Aplikasi Pemutar Musik

Gambar 5.1 menunjukkan antarmuka dari aplikasi pemutar musik dengan sistem kendali berbasis pergerakan kepala. Terlihat pada tampilan antarmuka hanya ada 2 bagian elemen yang ditampilkan kepada pengguna, yaitu:

- Teks yang pertama berguna untuk menampilkan informasi status pemutar musik. Ada beberapa status yang dapat ditampilkan, yaitu: lagu yang sedang diputar atau lagu yang sedang di *pause*.
- Teks yang kedua berguna untuk menampilkan daftar lagu yang dapat diputar.

5.2 Spesifikasi Perangkat Keras

Spesifikasi perangkat keras yang digunakan dalam pengembangan dan implementasi aplikasi pemutar musik berbasis kendali menggunakan pergerakan kepala bisa dilihat pada Tabel 5.1 berikut.

Tabel 5.2 Spesifikasi Perangkat Keras Komputer

Komponen	Spesifikasi
Model Name	iMac 13.2
Processor	Intel Core i5 3.2 GHz
Memory	8 GB
Graphic/Display	NVIDIA GeForce GT 675MX 1GB

Untuk proses implementasi dan pengujian aplikasi diterapkan pada perangkat bergerak iOS dengan spesifikasi pada Tabel 5.2 berikut.

Tabel 5.3 Spesifikasi Perangkat Bergerak

Komponen	Spesifikasi
Model Name	iPhone 5C MF149J/A
Processor	Dual-core 1.3 GHz Swift (ARM v7-based)
Memory	1 GB
Graphic/Display	PowerVR SGX 543MP3
Chipset	Apple A6

5.3 Spesifikasi Perangkat Lunak

Spesifikasi perangkat lunak yang digunakan dalam implementasi aplikasi pemutar musik sederhana dengan kendali menggunakan pergerakan kepala dapat dilihat pada Tabel 5.3 berikut.

Tabel 5.4 Spesifikasi Perangkat Lunak Komputer

Komponen	Spesifikasi
Sistem Operasi	OS X Yosemite Version 10.10.5
Tools Development	Xcode Version 7.1.1 (7B1005)
Bahasa Pemograman	Objective-C

Untuk implementasi dan pengujian pada perangkat bergerak iOS memiliki spesifikasi perangkat lunak seperti yang dapat dilihat pada Tabel 5.4 berikut.

Tabel 5.5 Spesifikasi Perangkat Lunak pada Perangkat Bergerak

Komponen	Spesifikasi
Sistem Operasi	iOS Version 9.1

5.4 Pengujian

Pada subbab pengujian akan membahas hasil pengujian dari sistem kendali yang telah di terapkan metode pendeteksian pergerakan kepala. Pengujian berguna untuk mengukur dan membuktikan bahwa hasil analisis dan pengembangan deteksi pergerakan kepala sudah benar dan berhasil. Ada 2 jenis pengujian yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu: pengujian akurasi dan pengujian usabilitas.

Pengujian akurasi dilakukan untuk mengukur akurasi metode pendeteksian pergerakan kepala dalam mendeteksi pergerakan kepala pengguna. Selanjutnya pada pengujian yang kedua yaitu pengujian usabilitas dilakukan dengan

melakukan testing sistem kendali dari aplikasi kepada beberapa pengguna atau responden, kemudian pengguna akan memberikan tanggapan terkait kinerja sistem kendali.

5.4.1 Pengujian Akurasi

Pengujian akurasi dilakukan untuk mengukur tingkat akurasi hasil rancangan dan pengembangan metode pendeteksian pergerakan kepala dengan memanfaatkan sensor internal pada perangkat bergerak. Pengujian ini menjadi sebuah tolak ukur keberhasilan hasil rancangan dan pengembangan pendeteksian pergerakan kepala.

Pengujian dilakukan dengan memanfaatkan aplikasi hasil implementasi pada subbab Implementasi, yaitu Pemutar musik. Adapun skenario dari pengujian adalah dengan menjalankan aplikasi pemutar musik, kemudian melakukan kontrol terhadap menu aplikasi dengan menggunakan pergerakan kepala. Lakukan sejumlah pergerakan seperti: menoleh ke kanan, menoleh ke kiri, melihat ke atas, mengangguk ke bawah, miring ke kanan, dan miring ke kiri sebanyak 10 kali dari masing-masing jenis pergerakan (total 60 pergerakan), dengan durasi pergerakan dan sudut pergerakan kepala yang berbeda-beda (acak). Perhitungan akurasi dilakukan sesuai dengan Persamaan 5.1.

$$Akurasi = \frac{Jumlah\ Pergerakan\ Terdeteksi}{Total\ Pergerakan\ (Data\ Uji)} \times 100\% \quad (5.1)$$

Tabel 5.6 Durasi Pergerakan Kepala

No	Durasi Pergerakan (Detik)
1	≤ 0.3
2	0.4 – 0.6
3	0.7 – 0.9
4	1 – 1.2
5	≥ 1.3

Tabel 5.6 ditampilkan pengelompokan durasi waktu pergerakan kepala untuk pengujian. Durasi pergerakan merupakan lama waktu yang dibutuhkan oleh kepala saat melakukan sebuah pergerakan, dimulai dari posisi awal kepala mengarah (titik 0 derajat) sampai ke posisi akhir kepala mengarah (kembali ke titik 0 derajat). Pengelompokan waktu durasi ini perlu dilakukan karena setiap pergerakan kepala mempunyai durasi dan sudut pergerakan (kecepatan) yang berbeda-beda. Hal ini sangat berpengaruh terhadap hasil pendeteksian pergerakan kepala yang mana durasi merupakan faktor utama yang mejadi acuan metode dalam mendeteksi pergerakan kepala (Interval pergerakan). Pengelompokkan rentang durasi pada pengujian berdasarkan dari data interval/cycle pergerakan yang telah didapat pada subbab variabel data.

5.4.1.1 Hasil Pengujian Akurasi

Berdasarkan hasil pengujian akurasi dengan melakukan 60 pergerakan kepala yang masing-masing 10 kali pergerakan pada setiap jenis pergerakan kepala, didapatkan hasil seperti ditampilkan pada Tabel 5.7, Tabel 5.8, Tabel 5.9, Tabel

5.10, dan Tabel 5.11. Setiap tabel menampilkan data hasil pengujian yang dikelompokkan berdasarkan durasi pergerakan kepala yang terjadi, yaitu: kurang dari 0.3 detik, 0.4 sampai 0.6 detik, 0.7 sampai 0.9 detik, 1 sampai 1.2 detik, dan 1.3 detik atau lebih. Detil data pengujian akurasi dari setiap jenis pergerakan kepala terdapat pada Lampiran 1.

Tabel 5.7 Hasil Pengujian Pergerakan Kepala Durasi ≤ 0.3 Detik

No	Pergerakan	Durasi (Detik)	Jumlah Pergerakan	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi
1	Menoleh Ke Kanan	≤ 0.3	1	0	1
2	Menoleh Ke Kiri	≤ 0.3	1	0	1
3	Melihat ke Atas	≤ 0.3	2	0	2
4	Melihat ke Bawah	≤ 0.3	2	0	2
5	Miring ke Kanan	≤ 0.3	0	0	0
6	Miring ke Kiri	≤ 0.3	3	0	3

Tabel 5.8 Hasil Pengujian Pergerakan Kepala Durasi 0.4 – 0.6 Detik

No	Pergerakan	Durasi (Detik)	Jumlah Pergerakan	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi
1	Menoleh Ke Kanan	0.4 – 0.6	6	6	0
2	Menoleh Ke Kiri	0.4 – 0.6	4	4	0
3	Melihat ke Atas	0.4 – 0.6	4	4	0
4	Melihat ke Bawah	0.4 – 0.6	2	2	0
5	Miring ke Kanan	0.4 – 0.6	6	6	0
6	Miring ke Kiri	0.4 – 0.6	2	2	0

Tabel 5.9 Hasil pengujian Pergerakan Kepala Durasi 0.7 – 0.9 Detik

No	Pergerakan	Durasi (Detik)	Jumlah Pergerakan	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi
1	Menoleh Ke Kanan	0.7 – 0.9	2	2	0
2	Menoleh Ke Kiri	0.7 – 0.9	4	4	0
3	Melihat ke Atas	0.7 – 0.9	3	3	0
4	Melihat ke Bawah	0.7 – 0.9	4	4	0
5	Miring ke Kanan	0.7 – 0.9	4	4	0
6	Miring ke Kiri	0.7 – 0.9	3	3	0

Tabel 5.10 Hasil pengujian Pergerakan Kepala Durasi 1 – 1.2 Detik

No	Pergerakan	Durasi (Detik)	Jumlah Pergerakan	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi
1	Menoleh Ke Kanan	1 – 1.2	1	1	0
2	Menoleh Ke Kiri	1 – 1.2	1	1	0

3	Melihat ke Atas	1 – 1.2	0	0	0
4	Melihat ke Bawah	1 – 1.2	1	1	0
5	Miring ke Kanan	1 – 1.2	0	0	0
6	Miring ke Kiri	1 – 1.2	1	1	0

Tabel 5.11 Hasil pengujian Pergerakan Kepala Durasi ≥ 1.3 Detik

No	Pergerakan	Durasi (Detik)	Jumlah Pergerakan	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi
1	Menoleh Ke Kanan	≥ 1.3	0	0	0
2	Menoleh Ke Kiri	≥ 1.3	0	0	0
3	Melihat ke Atas	≥ 1.3	1	0	1
4	Melihat ke Bawah	≥ 1.3	1	0	1
5	Miring ke Kanan	≥ 1.3	0	0	0
6	Miring ke Kiri	≥ 1.3	1	0	1

Tabel 5.12 Hasil Akurasi Deteksi Pergerakan Kepala

No	Durasi Pergerakan (Detik)	Rata-rata Sudut (Derajat)	Akurasi
1	≤ 0.3	29.11	0%
2	0.4 – 0.6	41.63	100%
3	0.7 – 0.9	48.40	100%
4	1 – 1.2	50.50	100%
5	≥ 1.3	50.33	0%

Tabel 5.12 menampilkan data akurasi pendeteksian pergerakan kepala berdasarkan durasi dari pergerakan kepala. Didapatkan hasil bahwa aplikasi mampu mengenali pergerakan kepala dengan durasi pergerakan 0.4 – 1.2 detik sebesar 100%, pergerakan kepala dengan durasi lebih kecil dari 0.3 detik sebesar 0%, dan pergerakan kepala dengan durasi lebih besar dari 1.3 sebesar 0%.

Perbedaan hasil pendeteksian pergerakan kepala bisa disebabkan beberapa hal, salah satunya adalah durasi dari waktu pergerakan kepala. Durasi sangat berpengaruh sekali terhadap metode pendeteksian dalam mendeteksi sebuah pergerakan kepala. Pada algoritma ada sebuah tahapan akhir yang berguna untuk pengecekan validasi dari sebuah pergerakan kepala berdasarkan interval panjang *cycle* data sensor saat terjadinya pergerakan. Interval ini sangat erat sekali hubungannya dengan durasi saat pengguna melakukan sebuah pergerakan kepala, semakin cepat durasi pengguna saat melakukan pergerakan, maka *cycle* data sensor juga akan semakin kecil/pendek. Begitu juga sebaliknya, saat semakin lambat pengguna dalam melakukan sebuah pergerakan kepala, maka *cycle* data sensor saat pergerakan juga akan semakin besar/panjang. Jika panjang *cycle* data saat terjadinya pergerakan terlalu kecil/pendek atau terlalu besar/panjang, maka

pergerakan kepala dinyatakan tidak valid dan dianggap bukan sebuah pergerakan kepala.

Dari hasil pengujian akurasi bisa disimpulkan bahwa metode pendeteksian mampu mengenali pergerakan kepala dengan akurasi 100% dalam durasi pergerakan kepala di kisaran 0.4 sampai 1.2 detik dengan rata-rata sudut maksimal pergerakan kepala mencapai 46.84° . Kemudian dari hasil rentang durasi ini akan diambil titik tengah yaitu 0.8 detik dan dilakukan perhitungan sesuai dengan rata-rata sudut hasil pengujian untuk mendapatkan kecepatan optimal pergerakan kepala yang nantinya mampu dideteksi metode pendeteksian. Hasilnya didapat bahwa metode pendeteksian secara optimal mampu mendeteksi pergerakan kepala pada kecepatan 58.55 derajat/detik.

5.4.2 Pengujian Usabilitas

Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan respon pengguna terhadap hasil pengenalan pola pergerakan kepala yang telah diimplementasikan untuk sistem kendali pada aplikasi pemutar musik. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan teknik kuesioner dengan jumlah pernyataan sebanyak 5 butir dan dengan responden berjumlah 20 orang. Untuk mendapatkan umpan balik dari pengguna atau responden digunakan metode Skala Likert. Metode ini dirancang untuk meyakinkan responden untuk memberikan respon terhadap beberapa pernyataan dengan berbagai tingkatan respon. Responden akan diminta untuk mencoba sebuah aplikasi yang di dalamnya telah diterapkan sistem kendali berbasis pergerakan kepala, kemudian responden akan diminta untuk mengisi sebuah kuesioner dengan memberikan tanggapan pada setiap pernyataan dengan nilai tanggapan angka 1 sampai 5, dimana setiap angka mewakili respon seperti yang ditampilkan pada Tabel 5.13.

Tabel 5.13. Respon Kuesioner

No	Respon
1	Sangat Tidak Setuju
2	Tidak Setuju
3	Ragu
4	Setuju
5	Sangat Setuju

Kuesioner yang diberikan pada responden mempunyai 5 butir pernyataan, dengan masing-masing pernyataan mempunyai komponen usabilitas, yaitu *functionality*, *easy to use*, *effectiveness*, *satisfaction*, dan *understandable* (Schaeffer, 2014). Pemilihan aspek usabilitas ini disesuaikan dengan objek yang akan diuji, dalam hal ini objek yang diuji adalah usabilitas sistem kendali berbasis pergerakan kepala. Pada Tabel 5.14 ditampilkan daftar pernyataan yang akan direspon oleh responden.

Tabel 5.14 Pernyataan pada Kuesioner

No	Pernyataan
1	Functionality : Menurut saya fungsional sistem kendali bisa diterapkan dengan menggunakan pergerakan kepala
2	Easy to Use : Menurut saya sistem kendali mudah digunakan untuk orang-orang dengan penyandang disabilitas
3	Effectiveness : Menurut saya sistem kendali efektif untuk mengendalikan navigasi menu pada aplikasi jika saya tidak bisa menggunakan kedua tangan
4	Satisfaction : Saya puas dengan sistem kendali
5	Understandable : Menurut saya pengguna dapat memahami sistem kendali dengan mudah

5.4.2.1 Hasil Pengujian Usabilitas

Berdasarkan hasil pengujian melalui testing terhadap 20 responden didapatkan respon dari responden seperti yang ditampilkan pada Tabel 5.15. Detil data hasil kuioner pengujian usabilitas terdapat pada Lampiran 2.

Tabel 5.15 Hasil Respon Dari Responden

No	Pernyataan	Respon 1	Respon 2	Respon 3	Respon 4	Respon 5	Total Respon
1	Functionality	0	0	5	12	3	20
2	Easy to Use	0	2	9	5	4	20
3	Effectiveness	0	0	0	6	14	20
4	Satisfaction	0	0	4	13	3	20
5	Understandable	0	0	2	14	4	20

Keterangan Respon:

- | | | |
|------------------------|-----------|------------------|
| 1. Sangat Tidak Setuju | 3. Ragu | 5. Sangat Setuju |
| 2. Tidak Setuju | 4. Setuju | |

Proses selanjutnya dilakukan perhitungan respon dari responden dengan menggunakan metode Skala Likert. Pada metode ini terdapat beberapa tahapan, yaitu: penentuan skor interpretasi atau persentase dari setiap skor respon seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5.16 , selanjutnya perhitungan index persentase dari setiap pernyataan ditunjukkan pada Tabel 5.17, dan terakhir adalah status hasil persentase akhir dari pengujian, hasil akhir ini ditunjukkan pada Tabel 5.18. Persamaan yang digunakan dalam menghitung menggunakan Skala Likert ditunjukkan pada Persamaan 5.2 dan Persamaan 5.3 (Permana, 2015).

Tabel 5.16 Interpretasi Skor Likert

Skor Likert	Interpretasi Skor Dengan Interval =20	Pilihan
1	0% - 19,99%	Sangat Tidak Setuju
2	20% - 39,99%	Tidak Setuju

3	40% - 59,99%	Ragu
4	60% 79,99%	Setuju
5	80% - 100%	Sangat Setuju

Tabel 5.17 Index Persentase Kuesioner

No	Pernyataan	STS	TS	R	S	SS	Total Skor	Index (%)
1	<i>Functionality</i>	0	0	5	12	3	78	78
2	<i>Easy to Use</i>	0	2	9	5	4	71	71
3	<i>Effectiveness</i>	0	0	0	6	14	94	94
4	<i>Satisfaction</i>	0	0	4	13	3	79	79
5	<i>Understandable</i>	0	0	2	14	4	82	82

Keterangan :

STS = Sangat Tidak Setuju R = Ragu SS = Sangat Setuju
 TS = Tidak Setuju S = Setuju

$$\text{Total Skor} = Ssts \times 1 + Sts \times 2 + Sr \times 3 + Ss \times 4 + Sss \times 5 \quad (5.2)$$

$$\text{Index (\%)} = (\text{Total Skor} / Y) 100 \quad (5.3)$$

Keterangan :

Y = Skor Likert Tertinggi x Jumlah Responden

Tabel 5.18 Status Hasil Pengujian

Aspek Penilaian	Persentase	Status
<i>Functionality</i>	78%	Setuju
<i>Easy to Use</i>	71%	Setuju
<i>Effectiveness</i>	94%	Sangat Setuju
<i>Satisfaction</i>	79%	Setuju
<i>Understandable</i>	82%	Sangat Setuju

Berdasarkan hasil pengujian usability, diperoleh hasil untuk masing-masing aspek usability. Untuk aspek *functionality* diperoleh skor 78%, aspek *easy to use* diperoleh skor 71%, pada aspek *effectiveness* diperoleh skor 94%, aspek *satisfaction* diperoleh skor 79%, dan aspek yang terakhir adalah *understandable* didapat skor 82%. Dari total skor keseluruhan didapat rata-rata tingkat usability sebesar 81%, nilai ini dapat diartikan bahwa responden sangat setuju dengan aspek-aspek usability pada aplikasi yang telah diterapkan sistem kendali berbasis pergerakan kepala.



BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil analisis, perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengenalan pola pergerakan kepala dapat dilakukan dengan memanfaatkan data sensor internal pada perangkat bergerak iOS. Memanfaatkan Framework CoreMotion sebagai penyedia data sensor, pengenalan dan pendeteksian pergerakan kepala dapat dilakukan dengan mengacu pada jenis data sensor *Device Attitude*. Jenis data sensor ini mempunyai 3 sumbu *axis*, yaitu: *yaw*, *pitch*, dan *roll*. Sumbu *yaw* mampu mendeteksi pergerakan kepala secara horizontal menoleh ke kanan dan menoleh ke kiri. Sumbu *roll* mampu mendeteksi pergerakan kepala secara vertikal ke arah atas dan ke arah bawah. Sumbu terakhir adalah sumbu *pitch* yang mampu digunakan untuk mendeteksi pergerakan kepala miring ke kanan dan miring ke kiri.
2. Pengenalan pola pergerakan kepala dapat diterapkan sebagai sistem kendali pada sebuah aplikasi pemutar musik sederhana berbasis pergerakan kepala.
3. Dari hasil pengujian akurasi didapatkan bahwa pengenalan pola pergerakan kepala mampu mendeteksi pergerakan kepala pengguna dengan akurasi 100% dalam durasi pergerakan kepala di kisaran 0.4 sampai 1.2 detik dengan rata-rata sudut maksimal pergerakan kepala 46.84°. Secara optimal metode pendeteksian juga mampu mendeteksi pergerakan kepala pada kecepatan 58.55 derajat/detik.
4. Tingkat usability dari aplikasi yang menerapkan sistem kendali berbasis pergerakan kepala berdasarkan aspek pengujian usability yang meliputi aspek *functionality*, *easy to use*, *effectiveness*, *satisfaction*, dan *understandable* menunjukkan rata-rata tingkat usability sebesar 81%.

6.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk pengembangan metode pendeteksian pergerakan kepala selanjutnya antara lain adalah:

1. Metode deteksi pergerakan kepala dapat diterapkan untuk sistem kendali aplikasi yang bisa membantu pengguna penyandang disabilitas yang tidak mampu menggerakkan kedua tangan dalam berinteraksi dengan sistem atau aplikasi.
2. Sistem kendali berbasis pergerakan kepala dapat diterapkan pada berbagai jenis aplikasi Virtual Reality ataupun Augmented Reality sebagai sistem kendali menu ataupun navigasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Allan, A., 2011. *Basic Sensor in iOS*, s.l.: O'Reilly.
- Arai, K. & Mardiyanto, R., 2011. *Eye-based HCI with full specification of mouse and keyboard using pupil knowledge in the gaze estimation*. Japan, Eighth International Conference on Information Technology: New Generations.
- Arai, K., Tolle, H. & Serita, A., 2013. Mobile Device Based 3D Image Display Depending on User's Action and Movement. *International Journal of Advanced Research in Artificial Intelligence*.
- Deshpande, S., Unplenchwar, G. & Chaudhari, D., 2013. Google Glass. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 4(12).
- Lang, B., 2013. *An Introduction to Positional Tracking and Degrees of Freedom (DOF)*. [Online] Available at: <http://www.roadtovr.com/introduction-positional-tracking-degrees-freedom-dof/> [Diakses 28 12 2015].
- Permana, I. P. Y., 2015. *Rancang Bangun Aplikasi Perangkat Bergerak Pemantau Prakiraan Cuaca Maritim di Perairan Indonesia*, Malang: Universitas Brawijaya.
- Resource, A. D., t.thn. *Apple Developer*. [Online] Available at: <https://developer.apple.com/>. [Diakses 20 09 2015].
- sadun, e., 2013. *The Advanced iOS 6 Developer's Cookbook*. Fourth penyunt. s.l.:Addison-Wesley Professional.
- Santoso, P. I., 1997. Dalam: *Interaksi Manusia dan Komputer*. Yogyakarta: ANDI.
- Schaeffer, S. E., 2014. *Usability Evaluation for Augmented Reality*, Helsinki: University of Helsinki.
- Tolle, H., Pinandito, A., Adam J, E. M. & Arai, K., 2015. Virtual Reality Game Controlled with User's Head and Body Movement Detection Using Smartphone Sensors. *ARNP Journal of Engineering and Applied Sciences*, Volume 10.
- Ying Huang, K., 2009. Challenges in Human-Computer Interaction Design for Mobile Device. *Proceeding of the World Congress on Engineering and Computer Science*.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Pengujian Akurasi 6 Jenis Pergerakan

No	Pergerakan	Durasi (Detik)	Besar Sudut (Derajat)	Status
1	Menoleh ke kanan	0.70	48	Terdeteksi
2	Menoleh ke kanan	0.6	44	Terdeteksi
3	Menoleh ke kanan	0.5	41	Terdeteksi
4	Menoleh ke kanan	1.1	45	Terdeteksi
5	Menoleh ke kanan	0.2	33	Tidak Terdeteksi
6	Menoleh ke kanan	0.6	45	Terdeteksi
7	Menoleh ke kanan	0.8	46	Terdeteksi
8	Menoleh ke kanan	0.5	32	Terdeteksi
9	Menoleh ke kanan	0.5	38	Terdeteksi
10	Menoleh ke kanan	0.4	36	Terdeteksi

No	Pergerakan	Durasi (Detik)	Besar Sudut (Derajat)	Status
1	Menoleh ke Kiri	0.6	41	Terdeteksi
2	Menoleh ke Kiri	0.9	52	Terdeteksi
3	Menoleh ke Kiri	0.7	63	Terdeteksi
4	Menoleh ke Kiri	1.1	65	Terdeteksi
5	Menoleh ke Kiri	0.4	43	Terdeteksi
6	Menoleh ke Kiri	0.5	36	Terdeteksi
7	Menoleh ke Kiri	0.7	67	Terdeteksi
8	Menoleh ke Kiri	0.6	42	Terdeteksi
9	Menoleh ke Kiri	0.3	25	Tidak Terdeteksi
10	Menoleh ke Kiri	0.7	60	Terdeteksi

No	Pergerakan	Durasi (Detik)	Besar Sudut (Derajat)	Status
1	Melihat ke atas	0.50	39	Terdeteksi
2	Melihat ke atas	0.9	39	Terdeteksi
3	Melihat ke atas	0.7	38	Terdeteksi
4	Melihat ke atas	0.3	34	Tidak Terdeteksi
5	Melihat ke atas	0.5	41	Terdeteksi
6	Melihat ke atas	0.2	21	Tidak Terdeteksi
7	Melihat ke atas	0.5	38	Terdeteksi
8	Melihat ke atas	0.8	56	Terdeteksi
9	Melihat ke atas	1.6	59	Tidak Terdeteksi
10	Melihat ke atas	0.6	47	Terdeteksi

No	Pergerakan	Durasi (Detik)	Besar Sudut (Derajat)	Status
1	Melihat ke bawah	0.50	39	Terdeteksi
2	Melihat ke bawah	0.5	31	Terdeteksi
3	Melihat ke bawah	0.3	27	Tidak Terdeteksi
4	Melihat ke bawah	0.2	29	Tidak Terdeteksi
5	Melihat ke bawah	1	42	Terdeteksi
6	Melihat ke bawah	1.4	48	Tidak Terdeteksi
7	Melihat ke bawah	0.8	41	Terdeteksi
8	Melihat ke bawah	0.7	52	Terdeteksi
9	Melihat ke bawah	0.7	61	Terdeteksi
10	Melihat ke bawah	0.8	59	Terdeteksi

No	Pergerakan	Durasi (Detik)	Besar Sudut (Derajat)	Status
1	Miring ke Kanan	0.70	38	Terdeteksi
2	Miring ke Kanan	0.6	46	Terdeteksi
3	Miring ke Kanan	0.5	48	Terdeteksi
4	Miring ke Kanan	0.8	41	Terdeteksi
5	Miring ke Kanan	0.4	43	Terdeteksi
6	Miring ke Kanan	0.4	46	Terdeteksi
7	Miring ke Kanan	0.6	40	Terdeteksi
8	Miring ke Kanan	0.4	40	Terdeteksi
9	Miring ke Kanan	0.8	41	Terdeteksi
10	Miring ke Kanan	0.7	42	Terdeteksi

No	Pergerakan	Durasi (Detik)	Besar Sudut (Derajat)	Status
1	Miring ke Kiri	1.10	50	Terdeteksi
2	Miring ke Kiri	0.7	45	Terdeteksi
3	Miring ke Kiri	0.9	36	Terdeteksi
4	Miring ke Kiri	0.3	35	Tidak Terdeteksi
5	Miring ke Kiri	0.6	51	Terdeteksi
6	Miring ke Kiri	0.6	52	Terdeteksi
7	Miring ke Kiri	0.3	38	Tidak Terdeteksi
8	Miring ke Kiri	0.1	20	Tidak Terdeteksi
9	Miring ke Kiri	1.3	44	Tidak Terdeteksi
10	Miring ke Kiri	0.9	43	Terdeteksi

Lampiran 2 Data Kuesioner Pengujian Usabilitas

No	Pernyataan
1	Functionality: Saya rasa fungsional sistem kendali bisa bekerja dengan menggunakan pergerakan kepala
2	Easy to Use : Saya rasa sistem kendali mudah digunakan untuk orang-orang penyandang disabilitas
3	Effectiveness : Saya rasa sistem kendali efektif untuk mengontrol sebuah aplikasi jika saya tidak bisa menggunakan kedua tangan
4	Satisfaction: Saya puas dengan sistem kendali ini
5	Understandable : Saya rasa pengguna dapat memahami sistem kendali ini dengan mudah

No	Respon
5	Sangat Setuju
4	Setuju
3	Ragu
2	Tidak Setuju
1	Sangat Tidak Setuju

Respon Pengguna	Pernyataan 1	Pernyataan 2	Pernyataan 3	Pernyataan 4	Pernyataan 5
1	4	4	5	4	4
2	4	5	5	4	4
3	5	4	5	4	4
4	5	4	5	4	4
5	4	3	5	4	4
6	5	4	5	5	4
7	3	5	5	4	5
8	3	2	5	4	4
9	4	3	4	4	4
10	3	3	5	4	4
11	3	3	4	4	4
12	4	3	5	3	5
13	4	5	4	5	3
14	3	2	5	3	4
15	4	3	5	5	5
16	4	5	4	3	3
17	4	4	5	4	5
18	4	3	4	3	4
19	4	3	5	4	4
20	4	3	4	4	4