IMPLEMENTASI SENSOR AKSELEROMETER PADA LENGAN MANUSIA UNTUK MENGENDALIKAN PERGERAKAN LENGAN ROBOT

SKRIPSI

KEMINATAN TEKNIK KOMPUTER

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun oleh:
Achmad Rizal Zakaria
NIM: 125150307111019

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2017

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

PENGESAHAN

IMPLEMENTASI SENSOR AKSELEROMETER PADA LENGAN MANUSIA UNTUK MENGENDALIKAN PERGELANGAN LENGAN ROBOT
SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun Oleh :
Ahmad Rizal Zakaria
NIM: 125150307111019

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
18 mei 2017
Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I	Dosen Pembimbing II
Wijaya Kurniawan, S.T, M.T	Dahnial Syaugy, S.T., M.T., M.Sc.
NIK: 19820125 201504 1 002	NIK: 2016078704231002

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Informatika

Tri Astoto Kurniawan, S.T, M.T, Ph.D.
NIP: 19710518 200312 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, 18 mei 2017

Achmad Rizal Zakaria

NIM: 125150307111019

KATA PENGANTAR

Puja dan puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT yang mana atas limpahan rahmat, taufik serta hidayah-Nya, skripsi ini dapat terselesaikan. Skripsi yang berjudul "**Implementasi Sensor Akselerometer pada Lengan Manusia Untuk Mengendalikan Pergelangan Lengan Robot**" ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Komputer.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah bersedia untuk memberikan bantuan demi kelancaran penyusunan skripsi ini diantaranya:

1. Kedua orang tua penulis Bapak Abdul Rosid S.Pd dan Ibu Wargiati S.Pd serta seluruh keluarga besar yang saya cintai atas segala dukungan dan semangat serta tiada henti-hentinya memberikan do'a demi terselesaikannya skripsi ini.
2. Saudara penulis Mbak Nina, Mas Heris atas segala dukungan dan semangat serta tiada henti-hentinya memberikan do'a demi terselesaikannya skripsi ini.
3. Bapak Wijaya Kurniawan, S.T, M.T dan Dahnial Syauqy, S.T., M.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing skripsi yang telah dengan sabar membimbing dan mengarahkan penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak Tri Astoto Kurniawan, S.T, M.T, Ph.D., selaku ketua Jurusan Teknik Informatika.
5. Sahabat penulis dari tim kontrakan 369 (Abdul Ghofur, Fajar Romadhon, Fausi Irawan), dari tim tekkotech dan Rohmatullah atas segala dukungan yang telah diberikan.
6. Sahabat spesial penulis (Hesty Mukti Ningrum) yang saya cintai atas segala dukungan dan semangat serta tiada henti-hentinya memberikan do'a demi terselesaikannya skripsi ini.
7. Rekan-rekan seperjuangan Sistem Komputer angkatan 2012 yang selalu memberikan motivasi dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Segenap dosen Fakultas Ilmu Komputer pada umumnya dan dosen Sistem Komputer Universitas Brawijaya pada khususnya, atas ilmu dan nasehat yang diberikan selama ini.
9. Seluruh civitas akademik Informatika Universitas Brawijaya yang telah banyak memberi bantuan dan dukungan selama penulis menempuh studi di Informatika Universitas Brawijaya dan selama penyelesaian skripsi ini.

Pada akhirnya, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Malang, 2017

Penulis

Rizalachmad352@gmail.com

ABSTRAK

Robot lengan atau yang lebih dikenal dengan Manipulator Robot adalah salah satu jenis robot yang paling banyak digunakan oleh masyarakat industri. Robot lengan umumnya dikontrol menggunakan joystick maupun dengan tombol. Penulis ingin merancang sebuah sistem kontrol robot lengan dengan memanfaatkan sensor akselerometer yang dipadukan dengan mikrokontroller arduino UNO. Robot manipulator akan dikontrol oleh tangan dan lengan manusia sehingga robot dapat mengikuti pergerakan tangan dan lengan. Implementasi perangkat keras mikrokontroller sesuai dengan perancangan rangkaian pada mikrokontroller menggunakan 2 modul sensor akselerometer MPU6050, Arduino Nano, serta kabel sebagai media pengiriman data. Mikrokontroller ini sebagai penerima data dari sensor akselerometer 1 dan 2 yang kemudian akan diolah dan menghasilkan *output* yang akan berakhir pada robot manipulator. pengujian peletakan sensor yaitu untuk mengetahui nilai dari setiap posisi sensor pada lengan dan untuk mengetahui posisi yang pas untuk meletakkan sensor akselerometer. Pada pengujian ini nilai yang dihasilkan dapat berubah-ubah, saat sensor diletakkan dilengan pada jarak 10cm dari bahu yaitu 151^0-152^0, 18cm dari bahu 157^0-158^0. ini disebabkan karena sensor akselerometer mpu6050 memiliki sensitivitas yang tinggi ketika terpasang pada benda bergerak, nilai sensor dapat berubah dengan cepat meskipun benda tersebut hanya bergerak sedikit.

Kata kunci: Robot Manipulator, Sensor Akselerometer MPU6050, Arduino Nano

repository.ub.ac.id

ABSTRACT

Robot arm or commonly known as Robot Manipulator is one types of robot that mostly used by the industrial society. Robot arm is generally controlled by a joystick and button. The inventor wanted to design a robot arm control system using sensors accelerometer combined with microcontroller Arduino UNO. Robot manipulator will be controlled by a human hand and arm so that the robot can follow the movements of the hand and arm. Microcontroller hardware implementation is suitable with the design in the microcontroller which uses 2 modules MPU6050 accelerometer sensor, an Arduino Nano, also cable as a medium for data transmission. This microcontroller as the data receiver from the accelerometer sensor 1 and 2 which then being processed and produced by output that will end on the robot manipulator. Test placing of sensor aims to determine the value of each sensor position on the arm and to know the right position to put the accelerometer sensor. In this test the result value can change, when the sensor is placed on the arm at a distance of 10cm from shoulder is 151^o-152^o, 18cm from shoulder 157^o-158^o. This is because the accelerometer sensor mpu6050 has high sensitivity when mounted on a moving object, the sensor values can change quickly even though the object is only moving little bit.

Keywords: Manipulator Robot, Accelerometer Sensor MPU6050 , Arduino Nano.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

DAFTAR ISI

PENGESAHAN ii
PERNYATAAN ORISINALITAS iii
KATA PENGANTAR iv
ABSTRAK vi
ABSTRACT vii
DAFTAR ISI viii
DAFTAR TABEL xii
DAFTAR GAMBAR xiii
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 2
1.6 Sistematika pembahasan 3
BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN 4
2.1 Kajian pustaka 4
2.2 Landasan Teori 4
2.2.1 Robot Lengan 5
2.2.2 Komunikasi I2C (*Inter Integrated Circuit*) 5
2.2.3 Sensor Accelerometer 6
2.2.4 Mikrokontroller 7
2.2.5 Push Button 8
2.2.6 Motor Servo 9
2.2.7 *Library* Fungsi Map 9
BAB 3 METODOLOGI 10
3.1 Studi Literatur 10
3.2 Metode Penelitian 11
3.3 Rekayasa Kebutuhan Sistem 11
3.3.1 Gambaran Umum Sistem 11

3.3.2 Kebutuhan Antarmuka Eksternal 11
3.3.3 Kebutuhan Fungsional 11
3.3.4 Kebutuhan Non Fungsional 11
3.4 Perancangan Sistem 11
3.4.1 Gambaran Umum Sistem 12
3.4.2 Perancangan Perangkat Keras 12
3.4.3 Perancangan Perangkat Lunak 12
3.5 Implementasi Sistem 12
3.5.1 Spesifikasi Perangkat Keras 12
3.5.2 Spesifikasi Perangkat Lunak 12
3.5.3 Batasan Implementasi 12
3.5.4 Implementasi Perangkat Keras 12
3.5.5 Implementasi Perangkat Lunak 13
3.6 Pengujian dan Analisis 13
3.6.1 Pengujian Penempatan Sensor 13
3.6.2 Pengujian Pengiriman Data 13
3.6.3 Pengujian Memindahkan Objek 13
3.7 Kesimpulan dan Saran 13
BAB 4 REKAYASA KEBUTUHAN 14
4.1 Gambaran Umum Sistem 14
4.1.1 Tujuan 14
4.1.2 Ruang lingkup 14
4.1.3 Kegunaan 14
4.1.3 Karakteristik Pengguna 14
4.1.4 Lingkungan Operasi 14
4.1.5 Batasan Perancangan dan Implementasi 15
4.1.6 Asumsi dan Ketergantungan 15
4.2 Kebutuhan Antarmuka Eksternal 15
4.2.1 Kebutuhan Antarmuka Pengguna 15
4.2.2 Kebutuhan Perangkat Keras 15
4.2.3 Kebutuhan Perangkat Lunak 16
4.3 Kebutuhan Fungsional 16

4.3.1 Fungsi Membaca Nilai posisi dari Tangan dan Lengan Tangan dengan Sensor Akselerometer 16
4.3.2 Fungsi Mampu Mengirim Data Dari Sensor ke Mikrokontroller 16
4.3.3 Fungsi Mampu Mengontrol Robot Dari Sensor Akselerometer . 17
4.4 Kebutuhan Non-Fungsional 17
4.4.1 Kebutuhan Performansi 17
4.4.2 Kebutuhan Daya Sistem 17
BAB 5 PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI 18
5.1 Perancangan Sistem 18
5.1.1 Gambaran Umum Sistem 18
5.1.2 Perancangan Perangkat Keras 19
5.1.3 Perancangan Perangkat Lunak 20
5.2 Implementasi Sistem 22
5.2.1 Spesifikasi Perangkat Keras 22
5.2.2 Spesifikasi Perangkat Lunak 24
5.2.3 Batasan Implementasi 25
5.2.4 Implementasi Perangkat Keras 25
5.2.5 Implementasi Perangkat Lunak 28
BAB 6 PENGUJIAN 35
6.1 Pengujian Akurasi Peletakkan Sensor 35
6.1.1 Tujuan 35
6.1.2 Prosedur Pengujian 35
6.1.3 Hasil Pengujian 35
6.1.4 Analisa Pengujian 36
6.2 Pengujian Sensor dan Pengiriman Data 37
6.2.1 Tujuan 37
6.2.2 Prosedur Pengujian 37
6.2.3 Hasil Pengujian sensor dan pengiriman data 37
6.2.4 Analisa Pengujian 37
6.3 Pengujian Robot Memindahkan Benda 38
6.3.1 Tujuan 38
6.3.2 Prosedur Pengujian 38
6.3.3 Hasil pengujian robot memindahkan benda 38

6.3.4 Analisa Pengujian 40
BAB 7 PENUTUP 41
7.1 Kesimpulan 41
7.2 Saran 42
DAFTAR PUSTAKA 43
LAMPIRAN 44

DAFTAR TABEL

Tabel 5.1 Koneksi Pin pada Mikrokontroller 20
Tabel 5.2 Sensor Akselerometer dan Push Button 22
Tabel 5.3 Spesifikasi Modul Sensor Akselerometer MPU6050 23
Tabel 5.4 Spesifikasi Mikrokontroler Arduino Nano 23
Tabel 5.5 Spesifikasi Robot Manipulator 23
Tabel 5.6 Spesifikasi Push Button 24
Tabel 5.7 Spesifikasi motor servo sg-90 24
Tabel 6.1 Pengujian Peletakkan Sensor Pada lengan 35
Tabel 6.2 Pengujian Peletakkan Sensor Pada Lengan 36
Tabel 6.3 Pengujian sensor dan pengiriman data pada tangan dan lengan 37
Tabel 6.4 Pengujian Akurasi Sensor Pada Tangan dan Lengan 38

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Robot Manipulator 5
Gambar 2.2 Komunikasi I2C 6
Gambar 2.3 Modul Sensor Akselerometer MPU6050 7
Gambar 2.4 Arduino Nano Board 7
Gambar 2.5 Push Button 8
Gambar 2.6 Motor Servo 9
Gambar 3.1 Diagram Alir Metode Penelitian 10
Gambar 5.1 Perancangan Sistem 18
Gambar 5.2 Rancangan Skematik pada Mikrokontroller 19
Gambar 5.3 Perancangan Pemasangan Sensor 20
Gambar 5.4 Diagram Alir Sensor Akselerometer dan Push Button 21
Gambar 5.5 Implementasi Perangkat Keras Sensor Akselerometer 25
Gambar 5.6 Penempatan Sensor Akselerometer 1 26
Gambar 5.7 Penempatan Sensor Akselerometer 2 26
Gambar 5.8 Penempatan Sensor Akselerometer 1, 2 27
Gambar 5.9 Implementasi Perangkat Keras Pada Mikrokontroller 27
Gambar 5.10 Implementasi Perangkat Keras Mikrokontroller dan Robot Lengan 28
Gambar 5.11 Implementasi Algoritma Inisialisasi Awal Sensor 3 29
Gambar 5.12 Implementasi Algoritma Inisialisasi Sensor Akselerometer 29
Gambar 5.13 Implementasi Algoritma Inisialisasi Servo 30
Gambar 5.14 Implementasi Algoritma Inisialisasi Value Sensor Akselerometer .. 30
Gambar 5.15 Implementasi Algoritma Push Button 31
Gambar 5.16 Implementasi algoritma Inisialisasi Sensor Akselerometer 31
Gambar 5.17 Implementasi algoritma Kondisi Awal Servo 31
Gambar 5.18 Implementasi Algoritma Inisialisasi Awal Sensor 1 dan 2 32
Gambar 5.19 Implementasi Algoritma Gerakan Servo 32
Gambar 5.20 Implementasi Algoritma Push Button 33
Gambar 5.21 Implementasi Algoritma Kondisi Servo Pada Push Button 33
Gambar 5.22 Implementasi Algoritma Menampilakan Nilai Servo 34

DAFTAR LAMPIRAN

A.1 *Source code* mikrokontroller A 66

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Pada saat ini, perkembangan teknologi sudah sangat pesat dan mencakup di segala bidang, terutama pada bidang teknologi komputer, elektronika, dan kontrol. Salah satu contoh perkembangan pada bidang komputer dan bidang elektronika dan kontrol adalah penggunaan robot. Penggunaan robot kini semakin meningkat dari waktu ke waktu untuk menangani berbagai tugas (Craig, J.J., 2005).

Robot memiliki banyak kelebihan yang tidak dimiliki manusia, yaitu menghasilkan kualitas yang sama ketika mengerjakan suatu pekerjaan secara berulang-ulang, tidak mudah lelah, dan dapat diprogram ulang sehingga dapat difungsikan untuk beberapa tugas yang berbeda. Diantara robot yang sering digunakan dalam dunia industri adalah robot lengan (Widayanti, 2009).

Robot lengan atau yang lebih dikenal dengan Manipulator Robot adalah salah satu jenis robot yang paling banyak digunakan oleh masyarakat industri. Ataupun sering dikatakan sebaliknya sebuah robot manipulator industri umumnya sering disebut sebagai lengan robot, dengan link dan sendi. Manipulator robot yang meniru karakteristik lengan manusia disebut juga lengan diartikulasikan. Semua sendi mereka rotary (atau *revolute*). Walaupun demikian, gerakan diartikulasikan lengan robot berbeda dari gerakan lengan manusia. Sementara sendi robot memiliki derajat lebih sedikit kebebasan atau disebut derajat kebebasan atau *Degree of Freedom* (DOF) (Syam, 2015).

Akselerometer nirkabel 3-sumbu yang terpasang pada aglove digunakan untuk menangkap perilaku tangan manusia, dan amikrokontroler memperoleh nilai dalam bentuk analog. Akselerometer 3 sumbu (ADXL330, Analog Device) secara fisik dinilai untuk mengukur percepatan pada kisaran paling sedikit +/- 3g, dengan sensitivitas 300 mV / g dan akurasi sensitivitas 10%. Pembacaan analog dari accelerometer dapat ditampilkan pada LCD dan dianalisis untuk menciptakan hubungan matematis dengan kontrol motor PWM. Keuntungan dari accelerometer si bahwa nilai tidak berubah kecuali ada perubahan inposisi. Tapi masalah dengan accelerometer mengandung kebisingan tingkat tinggi yang membuat nilai tidak akurat. Jadi, untuk membuat nilai ini akurat Sensor giroskop (Bhojak,et.al,2015)

Mengontrol robot lengan dengan menggunakan sensor akselerometer dapat mempermudah kegiatan manusia di area industri maupun di tempat berbahaya yang sulit dijangkau, contohnya seperti penelitian virus yang berada pada suatu ruangan yang tidak memungkinkan untuk dijangkau manusia. Sensor akselerometer MPU6050 merupakan salah satu sensor yang dapat membaca derajat gerakan dari suatu objek. Sensor akselerometer MPU6050 sangat akurat, dan mengandung *16-bits analog to digital konveri hardware* untuk setiap kanalnya, sehingga memungkinkan untuk menangkap x, y, dan z kanal dalam satu waktu. Sensor ini menggunakan I2C-bus untuk berkomunikasi dengan Arduino. Menggunakan 3 sumbu X, Y, Z dari sensor akselerometer mpu6050 tersebut dapat

memberikan nilai pola sudut akibat gravitasi dari setiap gerakan yang dilakukan manusia. Manusia akan dengan mudah mengontrol robot lengan dengan menggunakan tangan dan lengan mereka untuk mengontrol robot tersebut.

1.2 Rumusan masalah

Ada beberapa masalah yang terkait dengan sistem ini antara lain:

1. Bagaimana membaca pergerakan tangan dan lengan menggunakan sensor akselerometer?
2. Bagaimana posisi yang tepat untuk meletakkan sensor akselerometer pada tangan dan lengan?
3. Bagaimana merancang pengontrol robot yang dapat mengikuti pergerakan tangan dan lengan?
4. Bagaimana cara memindahkan objek benda menggunakan sistem pengontrol robot manipulator capit dengan menggunakan sensor akselerometer?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Merancang sistem yang dapat membaca pergerakan tangan dan lengan menggunakan sensor akselerometer.
2. Mengetahui posisi yang tepat untuk meletakkan sensor akselerometer pada tangan dan lengan.
3. Merancang pengontrol robot yang dapat mengikuti pergerakan tangan dan lengan.
4. Memindahkan objek benda menggunakan sistem pengontrol robot manipulator capit dengan menggunakan sensor akselerometer.

1.4 Manfaat

1. Manfaat bagi penulis yaitu untuk menambah ilmu serta pengalaman dalam bidang robot maupun *embedded* yang diperoleh saat mengerjakan penelitian ini.
2. Manfaat bagi perguruan tinggi yaitu dapat membantu ilmu pengetahuan yang yang berhubungan dengan sensor akselerometer, kontrol robot dalam penelitian ini.
3. Manfaat bagi masyarakat yaitu dapat memperoleh informasi maupun referensi tentang kontrol robot menggunakan sensor akselerometer dari penelitian ini.

1.5 Batasan masalah

Pada penelitian ini agar dapat lebih fokus dan terarah maka perlu diterapkan batasan-batasan permasalahan yang akan dibahas, antara lain:

1. Pengiriman data dari sensor ke mikrokontroller menggunakan media kabel.

2. Pengiriman data sensor dari mikronkontroller ke robot menggunakan kabel.
3. Pembahasan difokuskan dalam mengontrol lengan robot.
4. Pembahasan tentang bagaimana lengan robot bisa mengikuti lengan manusia.
5. Terdapat 4 DOF pada robot lengan terdiri dari dudukan untuk berputar, lengan sebelah kanan untuk memajukan lengan, lengan sebelah kiri untuk mengangkat lengan dan bagian depan untuk mencapit.
6. Sumbu yang digunakan oleh sensor 1 adalah sumbu y, z dan sumbu yang digunakan sensor 2 adalah sumbu y.

1.6 Sistematika pembahasan

Sistematika dan deskrepsi struktur penulisan pada masing-masing bab adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah, dan sistematika pembahasan dari "sistem pengendali robot manipulator lengan dengan lengan manusia sebagai operatornya berbasis mikrokontroller".

BAB II LANDASAN KEPUSTAKAAN

Pada bab ini akan menjelaskan tentang landasan teori yang terkait dengan penelitian. Pada bab ini juga dijelaskan tentang penelitian serupa yang pernah dilakukan.

BAB III METODE PENELITIAN

Membahas tentang langka kerja yang dilakukan dalam penulisan diantaranya studi literatur, analisis kebutuhan sistem, impementasi dan pengujian

BAB IV REKAYASA KEBUTUHAN

Membahas tentang kebutuhan yang arus dipenuhi dalam proses penelitian yang akan dilakukan. Terdapat beberapa kebutuhan dalam penelitian seperti kebutuhan fungsional, kebutuan non fungsional, kebutuhan user dan sebagainya.

BAB V PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

Membahas tentang perancangan, analisis kebutuhan, pengujian dari gerakan sensor saat dipasang pada lengan.

BAB VI PENGUJIAN DAN ANALISIS

Menampilkan hasil kontrol pada robot yang didapat dari gerakan lengan melalui sensor yang telah terpasang pada lengan. Kemudian menganalisis hasil apakah sesuai dengan yang diharapkan.

BAB VII PENUTUP

Bab ini menguraikan kesimpulan yang didapatkan dari perancangan sistem ini. Kemudian memberi saran dari hasil pengujian yang terjadi serta pengembangan dari sistem yang perlu ditingkatkan.

BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN

Pada bab ini akan menjelaskan tentang tinjauan pustaka yang berisi penelitian sebelumnya yang memiliki metode dan tujuan serta berisikan dasar teori yang mendukung dalam penelitian *"implementasi sensor akselerometer pada lengan manusia untuk mengendalikan pergerakan lengan robot".*

2.1 Kajian pustaka

Dalam penelitian terdahulu para peneliti berdasarkan pengontrol lengan robot 6DOF menggunakan *gyro* meter dengan akselerometer untuk meningkatkan kestabilan dan mendeteksi gerakan rotasi lengan manusia. Lengan juga memiliki kemampuan untuk meraih objek. Untuk mengetahui posisi sudut suatu objek, cara termudah untuk memadukan sensor akselerometer dan sensor *gyro-meter 3axis*. *Chip MEMs* dengan biaya rendah (akselerometer 3 sumbu terintegrasi dan sumbu *gyro* meter 3) digunakan untuk mendeteksi gerakan lengan manusia serta posisi sudutnya. Disini *gyro* memberi isyarat orientasi data untuk mengetahui perilaku gerakan dinamis (Bhuyan,et.al,2014)

Dalam penelitian yang telah dilakukan, sebuah sistem berbasis accelerometer untuk mengendalikan robot industri dengan menggunakan dua akselerometer nirkabel berkapasitas rendah dan kecil. Accelerometer ini melekat pada lengan manusia, menangkap perilakunya (gerak tubuh dan postur tubuh). Jaringan Syaraf Tiruan (JST) yang dilatih dengan algoritma propagasi balik digunakan untuk mengenali gerakan lengan dan postur tubuh, yang kemudian akan digunakan sebagai masukan dalam kendali robot. Tujuannya agar robot memulai gerakan hampir bersamaan saat pengguna mulai melakukan gerakan atau postur tubuh (*low response time*)(Neto,et.al,2009).

Dalam penelitian terdahulu pada dasarnya sensor akselerometer adalah alat yang mengukur akselerasi yang tepat. Ini tidak sama dengan percepatan koordinat (perubahan kecepatan sehubungan dengan waktu), namun sensor ini merupakan jenis sensor yang mempunyai akselerasi dengan fenomena berat yang terdapat pada benda (massa) yang terdapat pada akselerometer. Sebagai contoh, sebuah akselerometer akan mengukur nilai saat duduk di tanah, karena massa tidak memiliki beban meskipun tidak mengubah kecepatan. (Sanscheti, 2012)

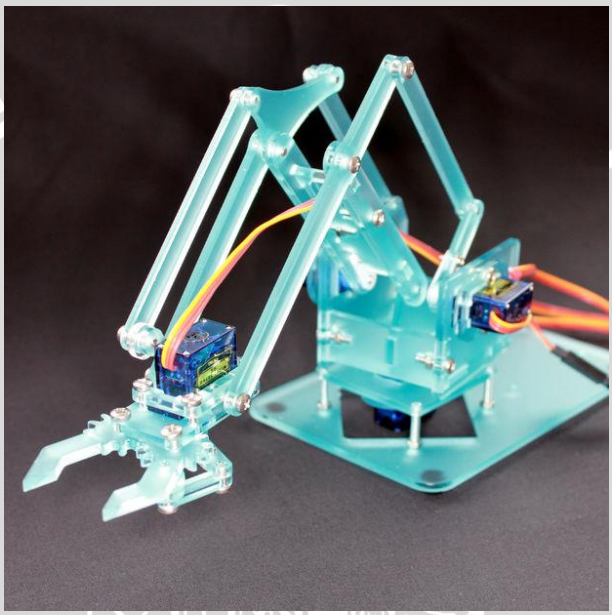
Dari penelitian-penelitan yang telah dilakukan, disini penulis ingin merancang sebuah sistem kontrol robot lengan dengan memanfaatkan sensor akselerometer yang dipadukan dengan mikrokontroller arduino nano. Robot akan dikontrol oleh tangan dan lengan manusia, jadi robot akan mengikuti gerakan yang diinginkan oleh manusia dan dapat memindahkan objek benda.

2.2 Landasan Teori

Pada landasan teori berisikan dasar teori yang mendukung dalam penelitian seperti robot lengan, komunikasi I2C, sensor akselerometer, mikrokontroller, motor servo, dan fungsi map.

2.2.1 Robot Lengan

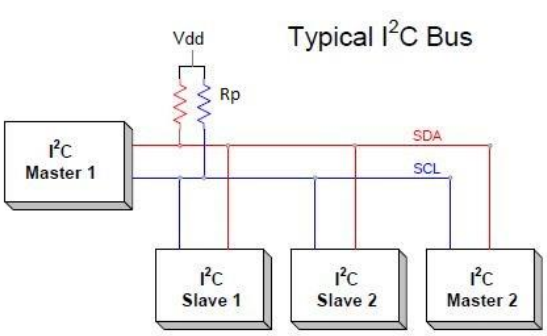
Merupakan bagian atau anggota badan robot selain sistem roda atau kaki. Bagian tangan ini dikenal sebagai manipulator yaitu sistem gerak yang berfungsi untuk memanipulasi (memegang, mengambil, mengangkat, memindah, atau mengolah) obyek. Pada robot industri fungsi mengolah ini dapat berupa perputaran (memasang mur-baut, mengebor/*drilling, milling*, dll.). Untuk robot tangan, desain sendi-lengan diukur berdasarkan DOF. Lengan dapat dibuat kaku / tegar (*rigid*) ataupun fleksibel (fleksibel manipulator). Pada robot manipulator capit memiliki derajat kebebasan terdiri dari 4 DOF yaitu dudukan untuk berputar, lengan sebelah kanan untuk memajukan lengan, lengan sebelah kiri untuk mengangkat lengan dan bagian depan untuk mencapit.



Gambar 2.1 Robot Manipulator
Sumber: http://www.instructables.com

2.2.2 Komunikasi I2C (*Inter Integrated Circuit*)

I2C yang kepanjangan dari *Inter-Integrated Circuit* merupakan protokol komunikasi serial sinkron dengan dua kabel yaitu SDA (Serial Data) dan SCL (*Serial Clock*). Selama proses transfer data, keadaan data pada SDA harus stabil selama SCL dalam keadan tinggi. Keadaan perubahan "1" atau "0" pada SDA hanya dapat dilakukan selama SCL dalam keadaan rendah. Jika terjadi perubahan keadaan SDA pada saat SCL dalam keadaan tinggi, maka perubahan itu dianggap sebagai sinyal start atau sinyal stop. Ilustrasi cara kerja protokol kumunikasi I2C yang ditunjukkan pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Komunikasi I2C
Sumber: (saptaji.com, 2015)

I2C membutuhkan 2 koneksi kabel untuk melakukan komunikasi device. Komunikasi ini mendukung hingga 1008 slave devices dan sistem multi-master yang memungkinkan berkomunikasi dengan semua perangkat pada jalur bus. Mesikipun pada perangkat utama tidak bisa berkomunikasi satu sama lain melalui dalam 1 jalur bus dan harus bergantian menggunakan jalur bus tersebut. *Transfer* data hanya dapat dilakukan ketikan Bus tidak dalam keadaan sibuk. Untuk arduino terdapat librari tersendiri yang digunakan untuk menangani protokol serial sinkronisasi secara I2C yaitu "Wire.h" (Saptaji, 2015).

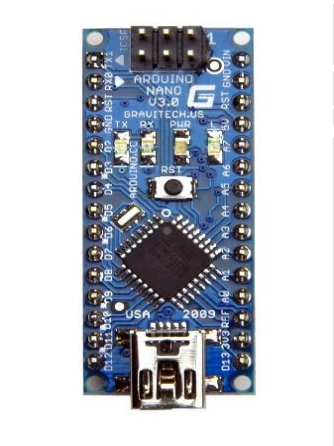
2.2.3 Sensor Accelerometer

Dalam sistem pengendali robot manipulator lengan dengan lengan manusia sebagai operatornya berbasis mikrokontroler. Sensor akselerometer merupakan sensor yang dapat memberikan pengukuran sudut kemiringan yang akurat ketika sistem sedang diam (*statis*). Sensor akselerometer yang digunakan yaitu modul sensor akselerometer dengan model MPU6050 yang meiliki 6-*Axis*/Sumbu. Mempunyai digital *output* yang dapat diakses melalui komunikasi *I2C*. Modul sensor ini terdapat giroskop dan akselerometer dalam satu sirkit terpadu *(IC / integrated circuit)*. Sensor gyro untuk menentukan orientasi gerak dengan bertumpu pada roda atau cakram yang berotasi dengan cepat pada sumbu. Pada fungsi gyroskop memiliki sumbu X, Y, Z begitupun pada fungsi akselerometer memiliki sumbu X, Y, Z, dengan menggunakan sumbu X, Y, Z pada sensor akselerometer mpu6050 didapatkan nilai dari masing-masing sumbu untuk menentukan sebuah pergerakan. Penampang modul sensor akselerometer MPU6050 6-*Axis* akan ditunjukkan pada Gambar 2.3 berikut.

Gambar 2.3 Modul Sensor Akselerometer MPU6050
Sumber: Freescale (2009)

2.2.4 Mikrokontroller

Mikrokontroller yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Arduino Nano. Arduini Nano adalah board arduino terkecil yang menggunakan mikrokontroler Atmega328, board ini memiliki 14 digital I/O, 6 input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB dan tombol *reset*. Arduino Nano dapat diaktifkan melalui koneksi USB Mini-B, atau melalui catu daya eksternal dengan tegangan belum teregulasi antara 6-20 Volt yang dihubungkan melalui pin 30 atau pin VIN, atau melalui catu daya eksternal dengan tegangan teregulasi 5 volt melalui pin 27 atau pin 5V. Seperti ditunjukkan pada Gambar 2.4 yang merupakan bentuk fisik dari Arduino Nano (Arduino, 2016).



Gambar 2.4 Arduino Nano Board
Sumber: Arduino (2016)

Memori yang digunakan pada Arduino Nano yaitu terdapat *flash memory* dengan ukuran 32KB berfungsi untuk menyimpan program. 2KB *Static Random Access Memory* (SRAM) dan 1KB *Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory* (EEPROM) yang berfungsi sebagai storage ketika Arduino mati data yang disimpan pada EEPROM tidak hilang dan dapat dibaca kembali ketika Arduino dinyalakan. Arduino Nano memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, dengan Arduino lain, atau dengan mikrokontroller lainnya. ATmega168 dan ATmega328 menyediakan komunikasi serial UART TTL (5 Volt), yang tersedia pada pin digital 0 (RX) dan pin 1 (TX). Sebuah chip FTDI FT232RL yang terdapat pada papan Arduino Nano digunakan sebagai media komunikasi serial melalui USB

dan driver FTDI (tersedia pada software Arduino IDE) yang akan menyediakan COM Port Virtual (pada Device komputer) untuk berkomunikasi dengan perangkat lunak pada komputer.

2.2.5 Push Button

Push button switch (saklar tombol tekan) adalah perangkat / saklar sederhana yang berfungsi untuk menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik dengan sistem kerja tekan unlock (tidak mengunci). Sistem kerja unlock disini berarti saklar akan bekerja sebagai *device* penghubung atau pemutus aliran arus listrik saat tombol ditekan, dan saat tombol tidak ditekan (dilepas), maka saklar akan kembali pada kondisi normal. Sebagai *device* penghubung atau pemutus, *push button switch* hanya memiliki 2 kondisi, yaitu *On* dan *Off* (1 dan 0). Istilah *On* dan *Off* ini menjadi sangat penting karena semua perangkat listrik yang memerlukan sumber energi listrik pasti membutuhkan kondisi *On* dan *Off*.

Gambar 2.5 Push Button
Sumber: www.circuitointegrato.com (2016)

Berdasarkan fungsi kerjanya yang menghubungkan dan memutuskan, push button switch mempunyai 2 tipe kontak yaitu NC (*Normally Close*) dan NO (*Normally Open*). *Normally Close*, merupakan kontak terminal dimana kondisi normalnya tertutup (mengalirkan arus litrik). *Normally Open*, merupakan kontak terminal dimana kondisi normalnya terbuka (aliran arus listrik tidak mengalir).

2.2.6 Motor Servo

Motor servo adalah sebuah perangkat atau aktuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik *loop* tertutup (servo), sehingga dapat di set-up atau di atur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros *output* motor. motor servo merupakan perangkat yang terdiri dari motor DC, serangkaian gear, rangkaian kontrol dan potensiometer. Serangkaian gear yang melekat pada poros motor DC akan memperlambat putaran poros dan meningkatkan torsi motor servo, sedangkan potensiometer dengan perubahan resistansinya saat motor berputar berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran poros motor servo.

Gambar 2.6 Motor Servo
Sumber: www.dx.com (2017)

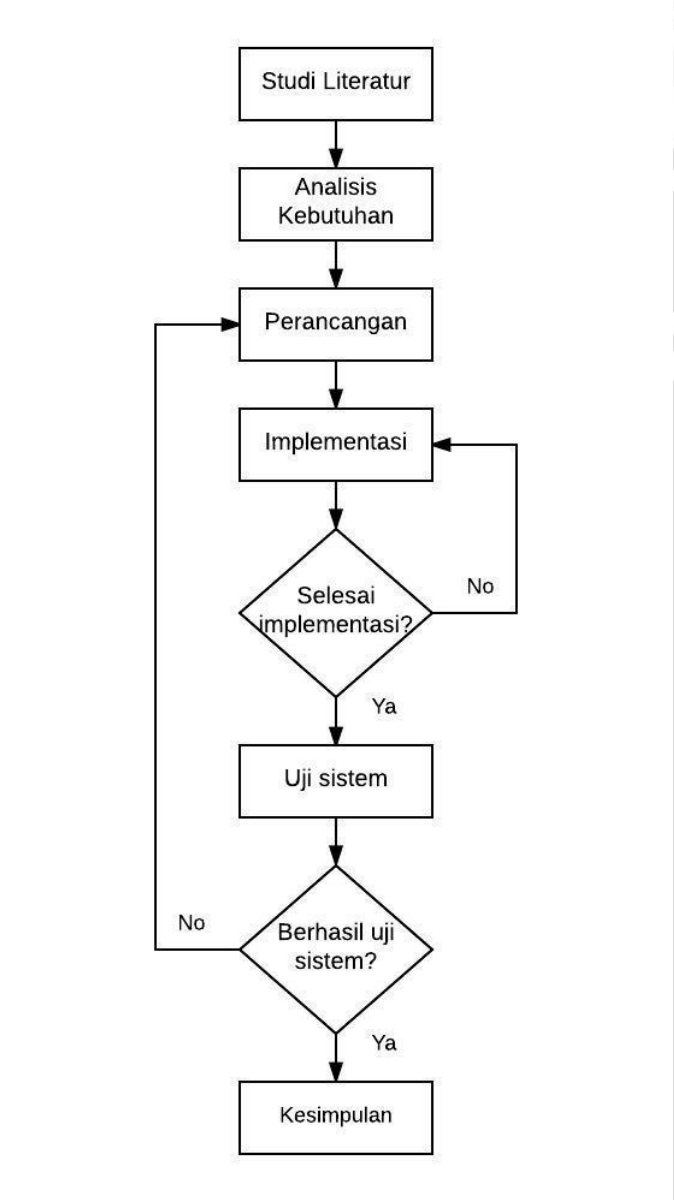
Penggunaan sistem kontrol *loop* tertutup pada motor servo berguna untuk mengontrol gerakan dan posisi akhir dari poros motor servo. Penjelasan sederhananya begini, posisi poros output akan di sensor untuk mengetahui posisi poros sudah tepat seperti yang di inginkan atau belum, dan jika belum, maka kontrol input akan mengirim sinyal kendali untuk membuat posisi poros tersebut tepat pada posisi yang diinginkan.

2.2.7 *Library* Fungsi Map

Fungsi Map dalam arduino digunakan untuk memetakan kembali nilai dari suatu rentang nilai menjadi rentang nilai yang lain sesuai dengan nilai target yang dibutuhkan. Misalnya suatu nilai dari kisaran bawah saat ini dipetakan menjadi nilai kisaran bawah sesuai target dan suatu nilai dari kisaran atas saat ini dipetakan menjadi nilai kisaran atas sesuai target, sehingga nilai yang pada awalnya jauh dari target yang dibutuhkan dapat menjadi nilai target yang dibutuhkan saat ini. (Arduino, 2015).

BAB 3 METODOLOGI

Pada bab metodologi akan dijelaskan mengenai alur proses pengerjaan penelitian. Alur pengerjaan penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1 diagram alir metode penelitian:



Gambar 3.1 Diagram Alir Metode penelitian

3.1 Studi Literatur

Dalam melakukan penelitian, pertama dengan mempelajari literatur yang sebelumnya. Lalu merekayasa kebutuhan sistem untuk menganalisis kebutuhan yang diperlukan dan juga gambaran umum sistem yang akan dituju. Adapun kebutuhan fungsional dan non fungsional, selanjutnya menuju perancangan sistem umum penelitian tersebut.

3.2 Metode Penelitian

Studi literatur dilakukan untuk mencari penelitian-penelitian sebelumnya sebagai pendukung penelitian yang akan dilakukan. Selain itu, juga untuk menyusun teori-teori yang digunakan dalam penelitian dan perancangan sistem. Teori-teori yang diperlukan untuk merancang sistem yaitu teori tentang gerakan tangan yang bisa diikuti penggerakan lengan robot, robot lengan, mikrokontroler, komunikasi serial I2C, sensor akselerometer.

3.3 Rekayasa Kebutuhan Sistem

Rekayasa kebutuhan ditujukan untuk melakukan analisis pada beberapa kebutuhan yang diperlukan sistem pada penelitian. Pada rekayasa kebutuhan terdapat beberapa bagian yaitu deskripsi umum sistem, kebutuhan antarmuka eksternal, kebutuhan fungsional dan kebutuhan non fungsional.

3.3.1 Gambaran Umum Sistem

Deskripsi umum sistem terdapat beberapa bagian yaitu tujuan, ruang lingkup, kegunaan, karakteristik pengguna, lingkungan operasi, batasan perancangan dan implementasi serta asumsi dan ketergantungan dari sistem.

3.3.2 Kebutuhan Antarmuka Eksternal

Kebutuhan antarmuka eksternal pada penelitian ini terdiri dari 3 bagian yaitu kebutuhan antarmuka pengguna, kebutuhan antarmuka perangkat keras, kebutuhan antarmuka perangkat lunak.

3.3.3 Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan fungsional yaitu kebutuhan yang diperlukan agar sistem dapat berjalan sesuai dengan keinginan, beberapa kebutuhan fungsional yang harus ada pada sistem ini diantaranya fungsi sistem untuk mendeteksi pergerakan tangan dan lengan, fungsi membaca nilai dari setiap pergerakan tangan danlengan.

3.3.4 Kebutuhan Non Fungsional

Kebutuhan non fungsional terdiri dari Kebutuhan keselamatan yaitu kebutuhan penggunaan input tegangan yang digunakan oleh sistem harus disesuaikan dengan perangkat keras yang digunakan.

3.4 Perancangan Sistem

Perancangan sistem dilakukan jika semua kebutuhan yang diperlukan oleh sistem sudah didapatkan. Perancangan terdiri dari beberapa bagian yaitu perancangan umum sistem, perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak.

3.4.1 Gambaran Umum Sistem

Pada perancangan sistem terdapat gambaran umum dari keseluruhan sistem pengendali robot manipulator lengan dengan lengan manusia sebagai operatornya berbasis mikrokontroller.

3.4.2 Perancangan Perangkat Keras

Pada bagian ini membahas tentang perangkat keras yang digunakan dalam tahap perancangan sistem pengendali robot manipulator lengan dengan lengan manusia sebagai operatornya berbasis mikrokontroller.

3.4.3 Perancangan Perangkat Lunak

Pada bagian ini membahas tentang algoritma untuk membaca sensor yang digunakan dalam tahap perancangan sistem pengendali robot manipulator lengan dengan lengan manusia sebagai operatornya berbasis mikrokontroller.

3.5 Implementasi Sistem

Implementasi Sistem dilakukan dengan menerapkan hasil dari perancangan sistem baik dari perancangan perangkat keras dan perangkat lunak menjadi sistem yang utuh. Implementasi sistem terdiri dari spesifikasi perangkat keras, spesifikasi perangkat lunak, batasan implementasi, implementasi perangkat keras dan implementasi perangkat lunak.

3.5.1 Spesifikasi Perangkat Keras

Pada bagian ini membahas tentang spesifikasi perangkat keras yang dibutuhkan dalam membangun sistem pengendali robot manipulator pada lengan manusia meliputi modul sensor akselerometer MPU6050, arduino nano dan robot lengan.

3.5.2 Spesifikasi Perangkat Lunak

Pada bagian ini membahas tentang bahasa pemrograman yang digunakan dalam membangun sistem pengendali robot manipulator pada lengan manusia meliputi bahasa pemrograman C++ pada arduino IDE.

3.5.3 Batasan Implementasi

Pada bagian ini membahas batasan-batasan yang dilakukan dalam tahap implementasi sistem pengendali robot manipulator lengan dengan lengan manusia sebagai operatornya berbasis mikrokontroller.

3.5.4 Implementasi Perangkat Keras

Pada bagian ini membahas tentang tahap sistem pengendali robot manipulator lengan dengan lengan manusia sebagai operatornya berbasis mikrokontroller pada aspek perangkat keras yang sesuai dengan tahap perancangan perangkat keras.

3.5.5 Implementasi Perangkat Lunak

Pada bagian ini membahas tentang tahap implementasi sistem pengendali robot manipulator lengan dengan lengan manusia sebagai operatornya berbasis mikrokontroller pada aspek perangkat lunak yang sesuai dengan tahap perancangan perangkat lunak.

3.6 Pengujian dan Analisis

Pengujian dan Analisis dilakukan untuk mengetahui fungsionalitas sistem yang telah dirancang dan diimplementasikan. Pada penelitian ini terdapat beberapa pengujian yang akan dilakukan.

3.6.1 Pengujian Penempatan Sensor

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui akurasi sensor ketika diletakkan pada posisi yang berbeda-beda. Pada bagian lengan, sensor diletakkan pada bagian lengan diantara bahu dan siku. Pada bagian tangan diletakkan pada bagian punggung telapak tangan. Kemudian akan didapatkan posisi yang terbaik dari masing-masing posisi yang berbeda.

3.6.2 Pengujian Pengiriman Data

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa akurat data yang dikirim dari sensor akselerometer saat sensor bergerak dan pada saat data diterima oleh servo.

3.6.3 Pengujian Memindahkan Objek

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah robot dapat bergerak mengikuti pergerakan dari tangan dan lengan manusia. Selanjutnya apakah robot dapat memindahkan objek menggunakan capit.

3.7 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan didapatkan dari hasil analisis untuk menjawab persoalan-persoalan yang ada pada rumusan masalah dalam penelitian ssstem pengendali robot manipulator lengan dengan lengan manusia sebagai operatornya berbasis mikrokontroller. Selanjutnya saran yang diberikan tentang kekurangan dari sistem yang telah dibuat dengan tujuan untuk pengembangan kedepan agar lebih baik lagi.

BAB 4 REKAYASA KEBUTUHAN

4.1 Gambaran Umum Sistem

Pada gambaran umum sistem terdapat tujuan, kegunaan, karakteristik pengguna, lingkungan operasi, batasan perancangan dan implementasi, serta terdapat juga asumsi dan ketergantungan dari sistem.

4.1.1 Tujuan

Tujuan dari sistem ini yaitu mengontrol robot berdasarkan nilai sensor akselerometer. Data nilai diperoleh dari gerakan sensor akselerometer yang diletakkan pada tangan dan lengan.

4.1.2 Ruang lingkup

Sistem pengontrol robot manipulator ini terdiri dari beberapa perangkat keras yaitu sensor akselerometer, pada system ini sensor berfungsi untuk mengontrol robot, sensor dengan model MPU6050 yang meiliki 6-*Axis*/Sumbu. Mempunyai digital *output* yang dapat diakses melalui komunikasi *I2C*. Modul sensor ini terdapat giroskop dan akselerometer dalam satu sirkit terpadu *(IC / integrated circuit.* Setelah itu terdapat *push button*, komponen ini mempunyai 2 kondisi yaitu *on* dan *off* yang artinya 1 dan 0. Dalam sistem ini *push button* berfungsi menggerakkan servo pada capit robot. Kemudian pada *output* terdapat robot manipulalor capit, robot ini terdiri dari 4 DOF pada robot lengan terdiri dari dudukan untuk berputar, lengan sebelah kanan untuk memajukan lengan, lengan sebelah kiri untuk mengangkat lengan dan bagian depan untuk mencapit.

4.1.3 Kegunaan

Sistem ini berguna untuk membantu memudahkan pekerjaan manusia yang dirasa sulit untuk dilakukan. Dengan adanya alat ini manusia akan mudah memindahkan barang-barang yang berat ataupun sulit dipindahkan oleh manusia itu sendiri. Sehingga manusia tidak perlu melakukan pekerjaan yang beresiko tinggi yang dapat membahayakan dirinya.

4.1.3 Karakteristik Pengguna

Dalam sistem ini pengguna bertindak sebagai seorang pekerja yang kesulitan memindahkan sebuah barang yang berat. Pengguna hanya perlu menggerakkan pergelangan tangan dan menekan tombol untuk memindahkan sebuah barang ke tempat yang lain.

4.1.4 Lingkungan Operasi

Persyaratan yang dilakukan untuk mendukung jalannya sistem ini yaitu :

a. Menggunakan 2 buah sensor akselerometer yang ditempatkan pada bagian punggung telapak tangan dan lengan

b. Menggunakan 1 mikrokontroller sebaga.i penerima dan pengolah data dari masing-masing sensor.
c. Menggunakan 2 buah *push button* untuk membuka dan menutup capit pada lengan robot.
d. Menggunakan adaptor 5v sebagai catu daya.

4.1.5 Batasan Perancangan dan Implementasi

Beberapa batasan yang telah penulis ringkas adalah sebagai berikut.

a. Pengiriman data dari sensor ke mikrokontroller menggunakan media kabel.
b. Pengiriman data sensor dari mikrokontroller ke robot menggunakan kabel.
c. Pembahasan difokuskan dalam mengontrol lengan robot dan bagaimana lengan robot bisa mengikuti lengan manusia menggunakan sensor akselerometer.
d. Pembahasan tidak membahas tentang perancangan robot lengan.

4.1.6 Asumsi dan Ketergantungan

Beberapa asumsi dan ketergantungan sebagai persyaratan sistem adalah sebagai berikut.

a. Pergerakan pada lengan robot memiliki ketergantungan dari data yang dikirim dari pergerakan pergelangan tangan dan lengan.
b. Pergerakan pada robot tergantung posisi penempatan sensor akselerometer.

4.2 Kebutuhan Antarmuka Eksternal

4.2.1 Kebutuhan Antarmuka Pengguna

Pengguna dapat melihat fungsi dari sistem ini dengan dengan cara melakukan setting dahulu pada arduino ide. Setelah itu pengguna mengkoneksikan port dari servo-servo pada robot dan arduino agar sistem dapat berjalan. Robot dapat menampilkan gerakan yang telah dikehendaki pengguna.

4.2.2 Kebutuhan Perangkat Keras

a. 1 buah mikrokontroler arduino nano berfungsi sebagai pengolah data nilai dari sensor akselerometer dan mengubahnya dalam bentuk sudut.
b. 2 buah sensor akselerometer MPU6050 berfungsi untuk pengontrol robot yang menghasilkan nilai pergerakan pada tangan dan lengan.
c. 1 buah kabel serial berfungsi untuk menghubungkan data *source code* pada Arduino IDE ke mikrokontroller.
d. 1 unit robot lengan berfungsi sebagai *output* dari pergerakan yang dibuat oleh sensor akselerometer.

e. 2 buah *push button* berfungsi sebagai untuk membuka dan menutup capit pada lengan robot.

4.2.3 Kebutuhan Perangkat Lunak

a. Arduino IDE berfungsi untuk membuat program C++ yang akan digunakan pada sistem.
b. Windows 8.1 Berfungsi sebagai *operating system*.

4.3 Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan fungsional merupakan kebutuhan yang harus dipenuhi dalam sistem. Berikut beberapa kebutuhan fungsional dari sistem ini yang harus bekerja agar sistem dapat bekerja dengan baik.

4.3.1 Fungsi Membaca Nilai posisi dari Tangan dan Lengan Tangan dengan Sensor Akselerometer

a. Penjelasan

   Pada fitur ini sistem diharuskan dapat membaca nilai posisi dari tangan dan lengan tangan menggunakan sensor akselerometer.

b. Stimulus/ respon sistem

   Sensor mendapatkan data nilai pergerakan dari saat operator menggerakkan pergelangan tangan kanan dan lengan kanan, kemudian hasil baca sensor sebagai input data ke mikrokontroller.

c. Kebutuhan fungsional

   Data nilai pergerakan dari pembacaan sensor akselerometer menjadi input pada sistem ini yang akan diolah pada mikrokontroller untuk menentukan pergerakan robot lengan dari pergerakan pergelangan tangan dan lengan sebelah kanan.

4.3.2 Fungsi Mampu Mengirim Data Dari Sensor ke Mikrokontroller

a. Penjelasan

   Fitur ini mengharuskan sistem dapat mengirimkan data nilai dari sensor akselerometer ke mikrokontroller.

b. Stimulus/ respon sistem

   Sistem membaca pergerakan pergelangan tangan dan lengan dari hasil data nilai yang dikirimkan melalui input sensor akselerometer dan kemudian dikirimkan kepada mikrokontroller.

c. Kebutuhan fungsional

   Sistem ini mengharuskan sistem dapat dengan tepat mengirimkan data dari sensor ke mikrokontroller

4.3.3 Fungsi Mampu Mengontrol Robot Dari Sensor Akselerometer

a. Penjelasan

Fitur ini mengharuskan sistem dapat menampilkan kondisi pergerakan robot lengan dari pergerakan pergelangan tangan dan lengan operator.

b. Stimulus/ respon sistem

Sistem membaca pergerakan dari sensor akselerometer, setelah itu robot akan merespon pergerakan dari sensor akselerometer dan robot akan bergerak seperti yang telah dikehendaki.

c. Kebutuhan fungsional

Sistem ini mengharuskan robot dapat dikontrol dengan baik oleh sensor akselerometer. Dari pergerakan yang dilakukan sensor akselerometer dapat membuat robot yang dikontrol bergerak.

4.4 Kebutuhan Non-Fungsional

4.4.1 Kebutuhan Performansi

Sistem akan bekerja dengan optimal apabila penempatan sensor dan pergerakan lengan pada operator sesuai prosedur. Sensor akslerometer ditempatkan pada punggung telapak tangan dan dilengan tepatnya 9cm dari siku. Apabila pergerakan lengan operator kurang maksimal maka pergerakan yang dihasilkan robot lengan akan kurang optimal.

4.4.2 Kebutuhan Daya Sistem

Kebutuhan daya pada sistem ini diperlukan catu daya yang digunakan dalam tiap rangkaian dan keselamatan data yang digunakan. Rangkaian yang digunakan dalam sistem ini dapat bekerja optimal pada tegangan 5V.

BAB 5 PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

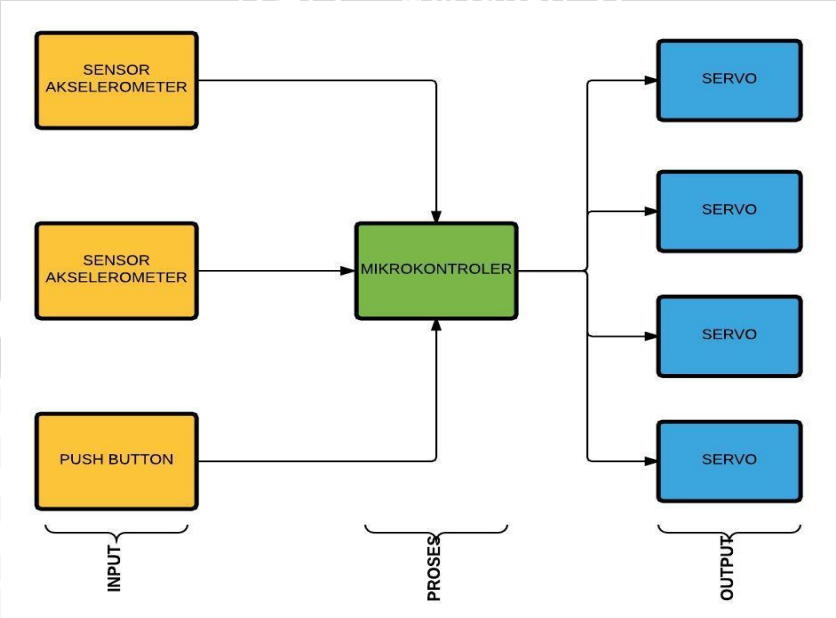
Bab ini menjelaskan perancangan sistem pengendali gerakan robot manipulator yang diletakkan pada tangan manusia dengan menggunakan sensor akselerometer, serta implementasi sistem dari hasil perancangan berupa implementasi perangkat keras dan perangkat lunak.

5.1 Perancangan Sistem

Pada tahapan perancangan sistem menjelaskan tentang gambaran umum, perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak sistem.

5.1.1 Gambaran Umum Sistem

Perancangan sistem kontrol gerakan robot manipulator yang diletakkan pada tangan dan lengan manusia menggunakan sensor akselerometer ini terdiri dari beberapa bagian yaitu menggunakan 1 mikrokontroller dan 2 sensor akselerometer dimana masing-masing sensor akselorometer akan diletakkan pada telapak tangan dan pada lengan manusia. Mikrokontroller akan memproses input dari kedua sensor akselerometer dan *push button*. Setelah memproses input, mikrokontroller akan membuat keluaran pada servo yang terdapat pada robot lengan. Ada 4 buah servo, dimana 3 dari 4 servo dikontrol oleh sensor akselerometer. Sensor 1 pada lengan menggerakkan 1 buah servo memakai nilai dari Y1, sedangkan sensor kedua pada punggung telapak tangan menggerakkan 2 buah servo dengan memakai nilai Y dan Z. Satu servo yang tersisa akan dikontrol oleh *push button*. Gambaran umum dari sistem akan ditampilkan pada gambar 5.1.



Gambar 5.1 Perancangan Sistem

Berdasarkan pada gambar 5.1 sistem yang dibuat dapat dijelaskan sebagai berikut:

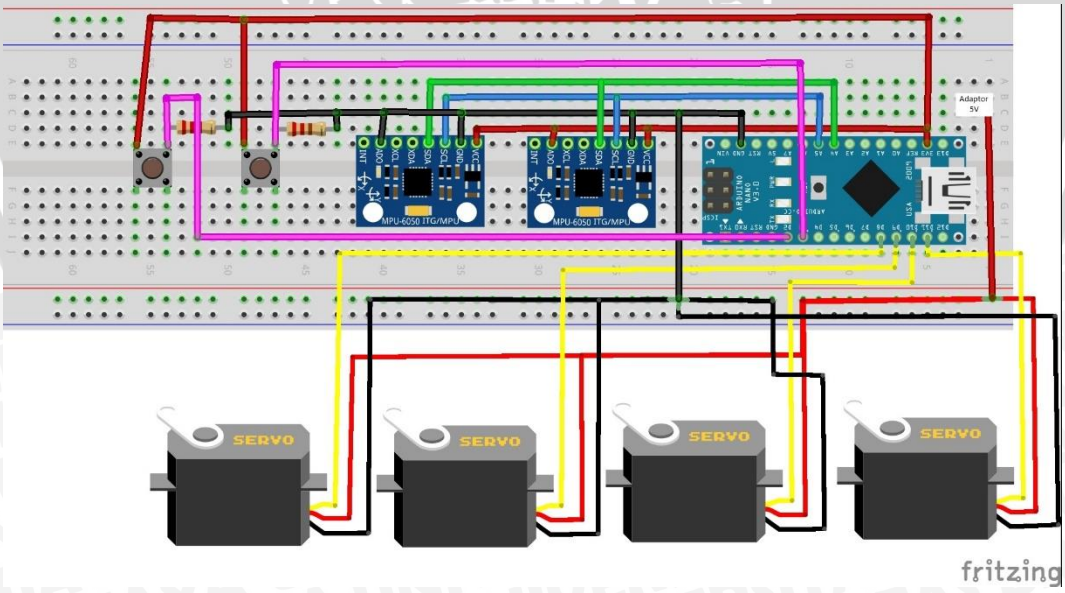
1. Pada bagian mikrokontroller terdapat beberapa perangkat yaitu
   a. 2 Sensor akselerometer sebagai input untuk membaca nilai pergerakan pada punggung telapak tangan dan lengan.
   b. Mikrokontroler sebagai pengolah data nilai pergerakan dari sensor akselerometer yang diletakkan pada tangan dan bahu akan mengirimkan *output* pada servo-servo. Ada 4 servo *output* pada sistem ini, servo 1 sebagai pencapit, servo 2 sebagai tumpuan gerakan memutar, servo 3 dan 4 sebagai lengan untuk mengarahkan lengan ke depan dan ke atas.

5.1.2 Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras terdiri dari perangkat yang akan dipasang pada tangan dan lengan manusia. Perancangan rangkaian pada sistem ini menggunakan sensor akselerometer dengan tipe MPU6050 yang memiliki 3 sumbu yaitu X, Y, dan Z. Pada mikrokontroler menggunakan Arduino Nano sebagai pengolah data sensor akselerometer.

5.1.2.1 Perancangan Perangkat elektronik

Perangkat keras terdiri dari 2 sensor akselerometer MPU6050 dan mikrokontroler Arduino Nano. Perancangan dilakukan dengan menggabungkan perangkat-perangkat tersebut menjadi satu menggunakan kabel dengan pengiriman datanya menggunakan komunikasi *I2C*. Untuk skematik perancangan sistem dapat ditunjukkan pada gambar 5.2.



Gambar 5.2 Rancangan Skematik pada Mikrokontroller

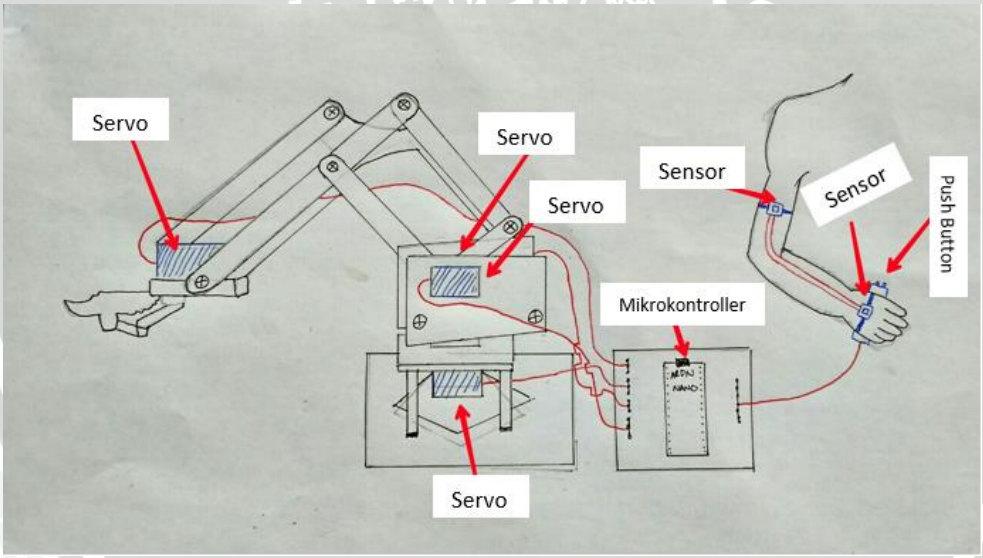
Pada gambar 5.2 terlihat menggunakan 2 sensor akselerometer MPU6050 sebagai input untuk membaca data nilai dari pergerakan tangan dan bahu.

Tabel 5.1 Koneksi Pin pada Mikrokontroller

Pin			
3,3V	VCC	VCC	VCC
GND	GND	GND	GND
A4	SCL	-	-
A5	SDA	-	-
3,3V	AD0	-	-
GND	-	-	-

5.1.2.2 Perancangan Pemasangan Sensor

Pada gambar 5.3 terlihat bagaimana perancangan sensor akselerometer. Sensor akselerometer diletakkan pada punggung telapak tangan dan lengan. Sensor akan mendapatkan nilai pergerakan dari punggung telapak tangan dan lengan. Kemudian data dari sensor akan diolah oleh mikrokontroller lalu mengahasilkan *output* pada servo. Pengiriman data dari mikrokontroller menggunakan PWM (*Pulse-Width Modulation*).



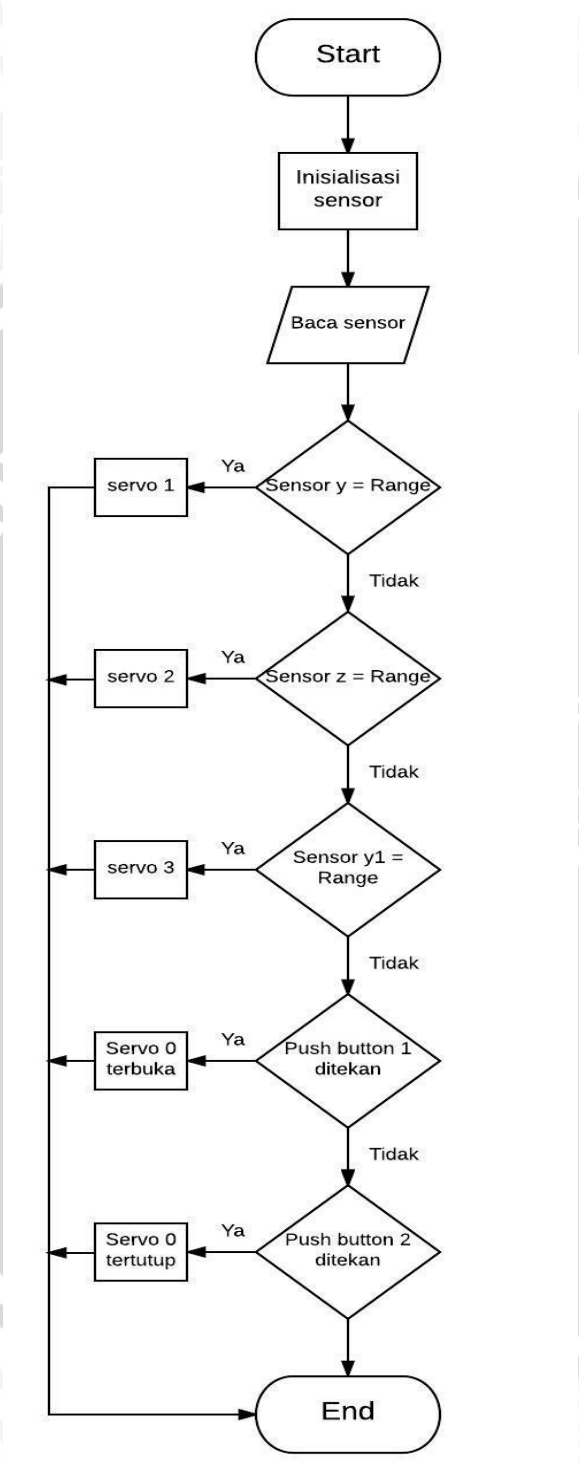
Gambar 5.3 Perancangan Pemasangan Sensor

5.1.3 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak pada sistem implementasi sensor akselerometer pada lengan manusia untuk mengendalikan pergerakan lengan robot terdiri dari algoritma untuk membaca nilai pada mikrokontroller menggunakan *Arduino IDE*.

5.1.3.1 Perancangan Sensor Akselerometer dan Push Button

Perancangan sensor akselerometer dan *push button* akan dijelaskankan pada diagram alir 5.4.



Gambar 5.4 Diagram Alir Sensor Akselerometer dan Push Button

Diagram alir pada gambar 5.4 untuk inisialisasi address awal pada sensor dituliskan (0x68) untuk mendapatkan address I2C (0x68) dan deklarasi awal sensor berupa nilai int16_t. Nilai sensor tersebut akan digunakan untuk mengakses jalan I2C *high* dan *low* agar tidak terjadi tabarakan. Data Sensor 1 terdiri dari 2 sumbu yaitu sumbu y dan z, sedangkan sensor 2 terdiri dari 1 sumbu yaitu y1 dan terdapat 2 *push button*. Sensor akan mendapatkan nilai pergerakan dari punggung telapak tangan dan lengan. Nilai awal dari sumbu y, z, dan y1 pada sensor akselerometer ini ialah nilai integer dengan skala -16384 sampai 16384, kemudian nilai tersebut di ubah menjadi sudut -90 sampai 90 derajat menggunakan fungsi map pada arduino. Kemudian data dari sensor akan diolah oleh mikrokontroller lalu mengahasilkan *output* pada servo. Untuk lebih jelasnya akan ditampilkan pada tabel 5.2.

Tabel 5.2 Sensor Akselerometer dan Push Button

No	Sensor & Push Button	Sumbu	Servo
1	Sensor (punggung telapak tangan)	Sumbu Z	Motor 1
2	Sensor (punggung telapak tangan)	Sumbu Y	Motor 2
3	Sensor (lengan)	Sumbu Y1	Motor 3
4	Push Button 1	-	Motor 0
5	Push Button 2	-	Motor 0

5.2 Implementasi Sistem

Implementasi sistem dilakukan setelah seluruh dari perancangan sistem telah dipenuhi. Dalam pembahasan implementasi untuk sistem pengendali robot manipulator lengan dengan lengan manusia sebagai operatornya berbasis mikrokontroller ini antara lain menjelaskan tentang spesifikasi perangkat keras, batasan implementasi, implementasi pada mikrokontroller.

5.2.1 Spesifikasi Perangkat Keras

Implementasi sensor akselerometer pada lengan manusia untuk mengendalikan pergerakan lengan robot. Berikut beberapa spesifikasi perangkat keras.

5.2.1.1 Rangkaian Sistem Pengontrol Robot Manipulator

1. Modul Sensor Akselerometer MPU6050

Sensor Akselerometer MPU6050 digunakan sebagai input dari perggerakan tangan. Berikut spesifikasi dari sensor akselerometer MPU6050 yang ditunjukkan dalam tabel 5.2.

Tabel 5.2 Spesifikasi Modul Sensor Akselerometer MPU6050

Modul Sensor Akselerometer MPU6050	
Output Signal	*Digital output via I2C/SPI*
Voltage Operation	*2.4V - 3.6V*
Using Data	*Raw Data*

2. Mikrokontroler Arduino Nano

Mikrokontroler berfungsi untuk mengolah nilai pergerakan sensor menjadi bentuk sudut. Berikut spesifikasi mikrokontroler Arduino Nano pada tabel 5.3.

Tabel 5.3 Spesifikasi Mikrokontroler *Arduino Nano*

Arduino Nano ATmega328	
Microcontroller	*ATmega328*
Operating Voltage	*5V*
Input Voltage(recommended)	*7-12V*
Input Voltage(limit)	*6-20V*
Digital I/O Pins	*14*
Analog input Pins	*6*
DC Current per I/O Pins	*40 Ma*
DC Current for 3.3V Pins	*50 mA*
Flash Memory	*32 KB (ATmega328)*
SRAM	*2 KB (ATmega328)*
EEPROM	*1 KB (ATmega328)*
Clock Speed	*16 MHz*

3. Robot Manipulator

Robot manipulator atau robot lengan digunakan sebagai keluaran dari inputan yang sebelumnya sudah diolah oleh mikrokontroller. Spesifikasi laptop disajikan dalam tabel 5.4.

Tabel 5.4 Spesifikasi Robot Manipulator

Modul Sensor Akselerometer MPU6050	
ingredients	*Acrylic*

Brainboard	*Arduino*
Mover	*Micro servo SG90*

4. Push Button

Push button digunakan sebagai inputan untuk robot manipulator bagian servo untuk pencapit. Spesifikasi push button disajikan dalam tabel 5.5.

Tabel 5.5 Spesifikasi Push Button

Robot Manipulator	
Contact Type	*Momentary Contact*
Dimension	*6 x 6 x 5mm*
Button Dia.	*3mm/ 0.12"*
Pin Pitch	*5 x 6mm / 0.2" x 0.24" (L*W)*
Pin Length	*5mm / 0.2"*
Voltage Rating	*50mA*
Insulating Resistance	*12VDC*
Withstand Voltage	*>100M ohm 250V DC*
Current Rating	*250V AC in 1 minute*

5. Modul motor servo sg-90

Motor servo sg90 atau juga mini servo ini adalah bagian dari robot manipulator capit yang tugasnya adalah menggerakkan kerangka robot seperti lengan, capit dan dudukan untuk berputar. Berikut spesifikasi dari Motor mini servo sg90 5.6.

Tabel 5.6 Spesifikasi motor servo sg-90

Motor servo sg-90	
Operating Voltage	*4.8 ~ 6.0V*
Operating Speed	*0.12sec/60degree(4.8V)~0.1sec/60degree(6.0V)*
Torque	*1.6kg/cm(4.8V)*
Temperature Range	*-30℃~+60℃*
Cable Length	*25cm*
location of each pin	*red (+), brown (-), yellow (signal)*

5.2.2 Spesifikasi Perangkat Lunak

1. *Arduino IDE* C/C++ *Programming*

5.2.3 Batasan Implementasi

Beberapa batasan implementasi sistem akan dijelaskan sebagai berikut:

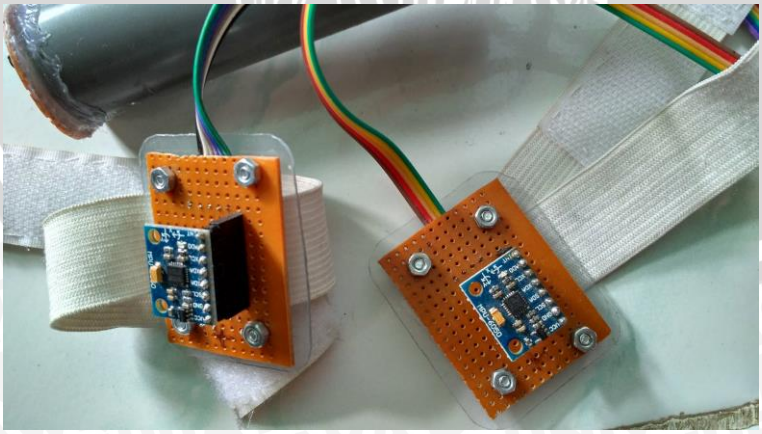
1. Implementasi sistem pengendali robot manipulator lengan dengan lengan manusia sebagai operatornya berbasis mikrokontroller difokuskan pada bagaiamana mengontrol robotnya.
2. Sensor akselerometer ditempatkan pada tangan dan lengan sebelah kanan.
3. Pengiriman data dari sensor ke mikrokontroller menggunakan kabel untuk mempermudah pengiriman data.
4. Untuk daya yang digunakan pada sistem melalui kabel serial yang dipasang ke laptop.
5. Untuk pengiriman data dari mikrokontroller ke robot menggunakan kabel.
6. Kontrol pada robot bagian pencapit menggunakan *push button* untuk memudahkan pengoprasian robot.

5.2.4 Implementasi Perangkat Keras

Implementasi perangkat keras sistem implementasi sensor akselerometer pada lengan manusia untuk mengendalikan pergerakan lengan robot berdasarkan perancangan sistem, sensor akan diletakkan pada tangan dan lengan sebelah kanan.

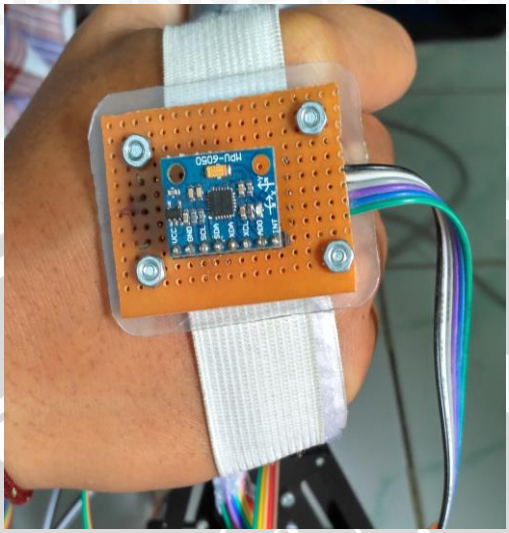
5.2.4.1 Implementasi Perangkat Keras Sensor Akselerometer

Pada implementasi perangkat keras sensor akselerometer sesuai dengan perancangan rangkaian pada tangan menggunakan modul sensor akselerometer MPU6050, serta kabel sebagai media pengiriman data. Berikut implementasi pada sensor akselerometer pada yang disajikan pada gambar 5.5.



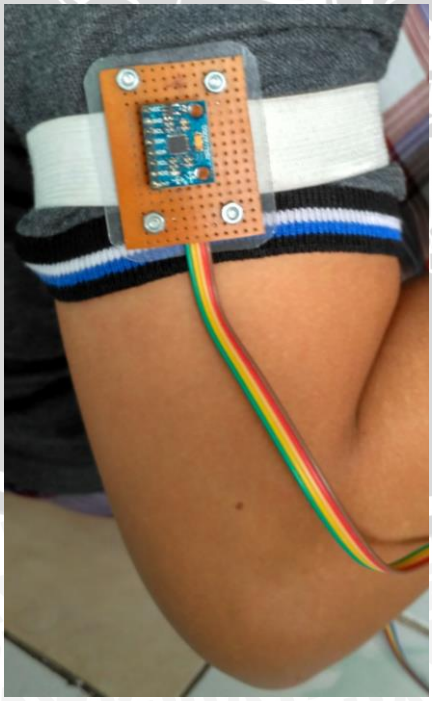
Gambar 5.5 Implementasi perangkat keras sensor akselerometer

Pada gambar 5.5 terdapat perangkat yang digunakan yaitu sensor akselerometer MPU6050. Gambaran penempatan mikrokontroller dan sensor akselerometer akan ditunjukkan pada gambar 5.6.



Gambar 5.6 penempatan sensor akselerometer 1

Pada gambar 5.6 penempatan sensor akselerometer pada tangan bagian atas. Pada sensor akselerometer 1 ini akan mengontrol servo bagian bawah agar bias dikendalikan kearah kanan dan kiri. Untuk mengirimkan data ke mikrokontroller menggunakan kabel. Untuk sensor akselerometer 2 akan ditempatkan pada lengan, untuk lebih jelasnya akan ditunjukkan pada gambar 5.7.



Gambar 5.7 Penempatan Sensor Akselerometer 2

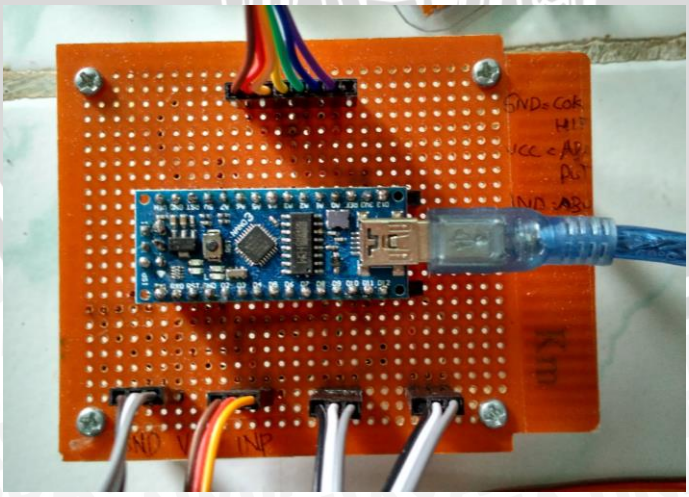
Pada gambar 5.7 terdapat sensor akslerometer yang dletakkan pada lengan. Sensor akselerometer 2 ini akan mengontrol servo bagian kiri yang fungsinya untuk menaik-turunkan capit. Untuk implementasi penempatan sensor 1 dan 2 akan disajikan pada gambar 5.8.

Gambar 5.8 Penempatan Sensor Akselerometer 1, 2

Pada gambar 5.8 menjelaskan sensor 1 yang diletakkan dibagian telapak tangan bagian atas dan sensor 2 dibagian lengan, kedua sensor ini dihubungkan dengan kabel.

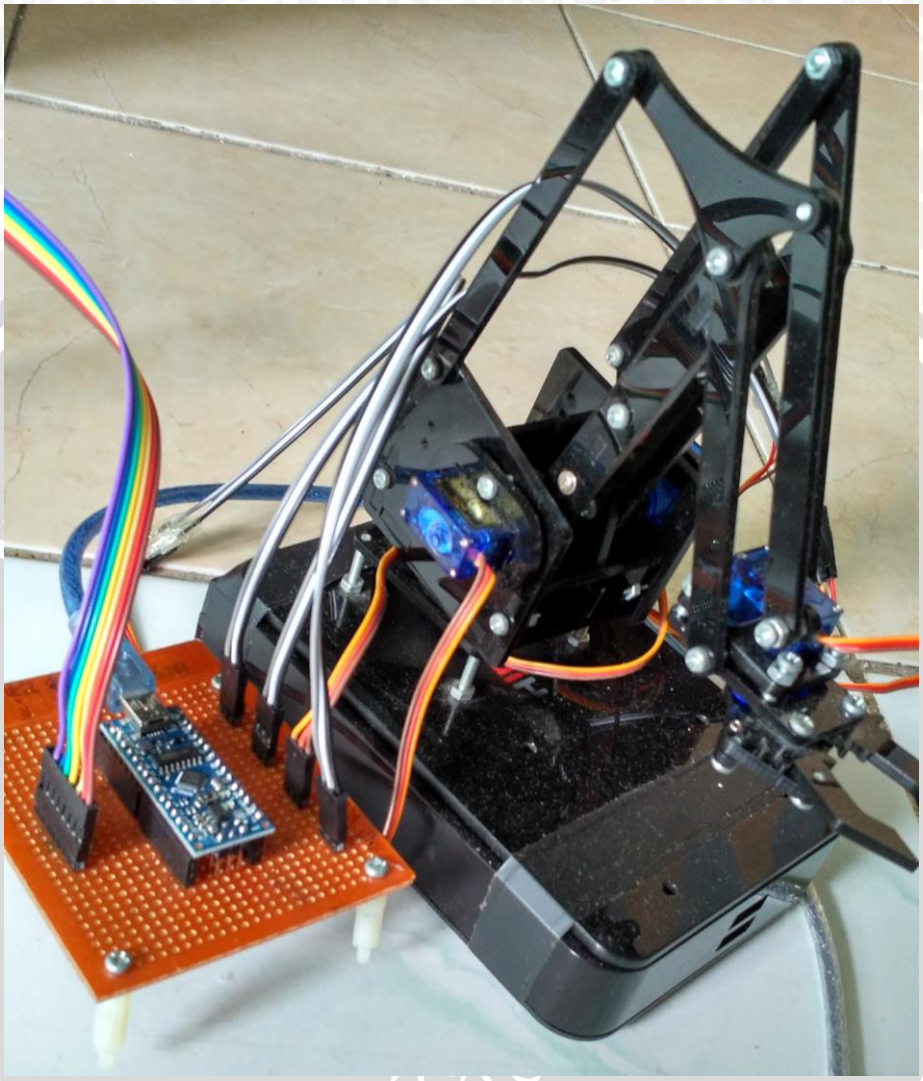
5.2.4.2 Implementasi Perangkat Keras Mikrokontroller

Pada implementasi perangkat keras mikrokontroller sesuai dengan perancangan rangkaian pada mikrokontroller menggunakan 2 modul sensor akselerometer MPU6050, Arduino Nano, serta kabel sebagai media pengiriman data. Berikut implementasi pada mikrokontroller yang disajikan pada gambar 5.9.



Gambar 5.9 Implementasi Perangkat Keras Pada Mikrokontroller

Pada gambar 5.9 terdapat mikrokontroller arduino, mikrokontroller diletakkan secara terpisah dengan perangkat keras yang lainnya. Mikrokontroller ini sebagai penerima data dari sensor akselerometer 1 dan 2 yang kemudian akan diolah dan menghasilkan *output* yang akan berakhir pada robot manipulator yang akan diperlihatkan pada gambar 5.10.



Gambar 5.10 Implementasi Perangkat Keras Mikrokontroller dan Robot Lengan

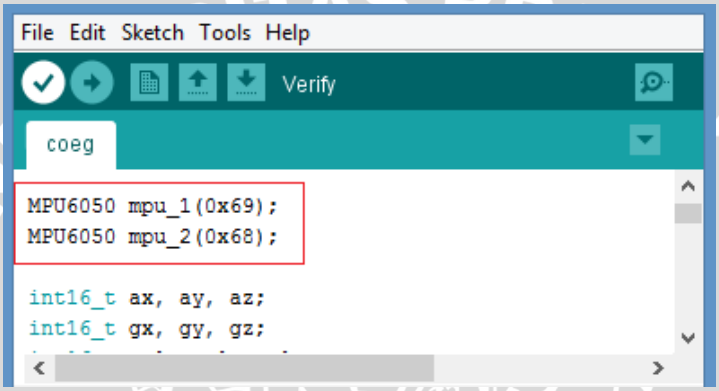
Pada gambar 5.10 terdapat mikrokontroller arduino, mikrokontroller diletakkan secara terpisah dengan perangkat keras yang lainnya. Terdapat juga robot lengan atau *meArm* sebagai keluaran dari sistem ini. Untuk menghubungkannya menggunakan kabel dari masing-masing servo.

5.2.5 Implementasi Perangkat Lunak

Implementasi perangkat lunak untuk system pengendali robot manipulator lengan dengan lengan manusia sebagai operatornya berbasis mikrokontroller ini menggunakan arduino ide, arduino ide sebagai perangkat untuk membuat program untuk mikrokontroller pada sistem ini.

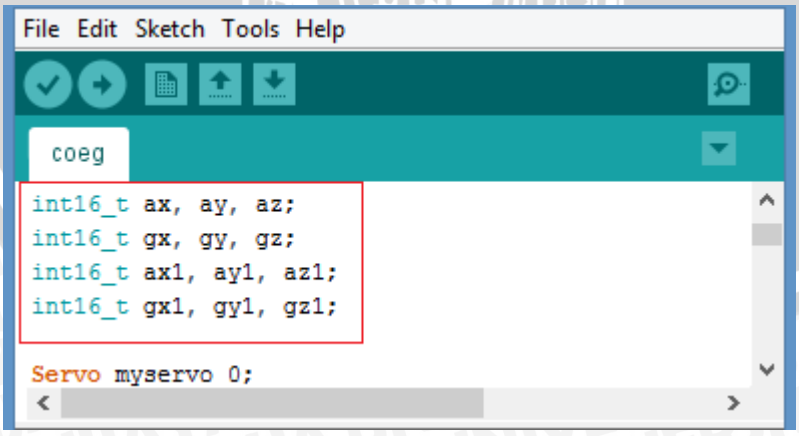
5.2.5.1 Implementasi Perangkat Lunak Mikrokontroller

Pada implementasi perangkat lunak pada mikrokontroller terdapat algoritma untuk membaca nilai pergerakan sensor 1 dan 2 diawali dengan inisialisasi awal pada *address I2C* yang digunakan dan deklarasi nilai dari sumbu Y, Z, Y1. kemudian nilai awal dari sumbu Y, Z, Y1 tersebut sebagai input sistem yang nantinya nilai tersebut akan dibuah menjadi bentuk sudut dimana nilai awal berupa nilai integer dengan skala -16384 sampai 16384. Nilai tersebut didapatkan melalui *datasheet* dari sensor mpu6050 dengan sensitivitas 2g, kemudian nilai tersebut diubah menjadi sudut -90 sampai 90 derajat menggunakan fungsi map pada arduino. Dan terakhir data sudut tersebut akan dikirimkan ke mikrokontroller B melalui komunikasi serial TX RX. Berikut implementasi algoritma untuk inisalisasi awal sensor yang ditunjukkan kotak merah pada gambar 5.11.



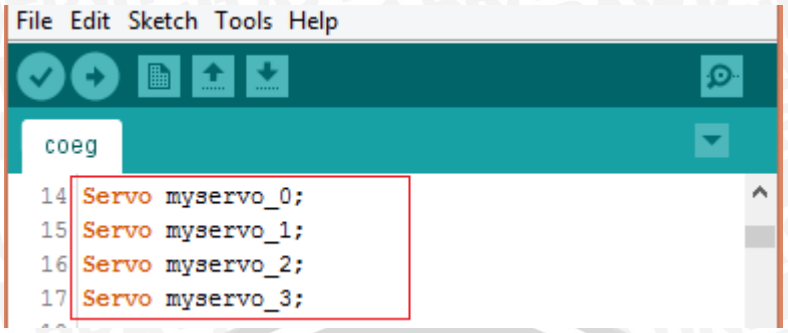
Gambar 5.21 Implementasi Algoritma Inisialisasi Awal Sensor 3

Pada gambar 5.11 untuk inisialisasi address awal pada sensor dituliskan (0x68) untuk mendapatkan address I2C (0x68) dan deklarasi awal sensor berupa nilai int16_t. Nilai sensor tersebut akan digunakan untuk mengakses jalan I2C *high* dan *low* agar tidak terjadi tabarakan data. Berikut implementasi algoritma untuk input dan baca sensor ditunjukkan kotak merah pada gambar 5.12.



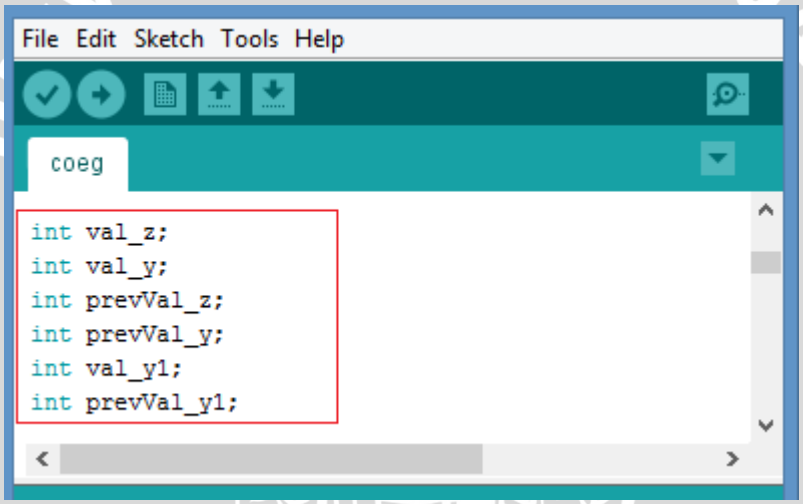
Gambar 5.12 Implementasi Algoritma Inisialisasi Sensor Akselerometer

Pada gambar 5.12 terdapat deklarasi awal nilai int16_t, nilai tersebut adalah inisialisasi 2 sensor akselerometer. Berikut implementasi algoritma inisialisasi servo ditunjukkan kotak merah pada gambar 5.13



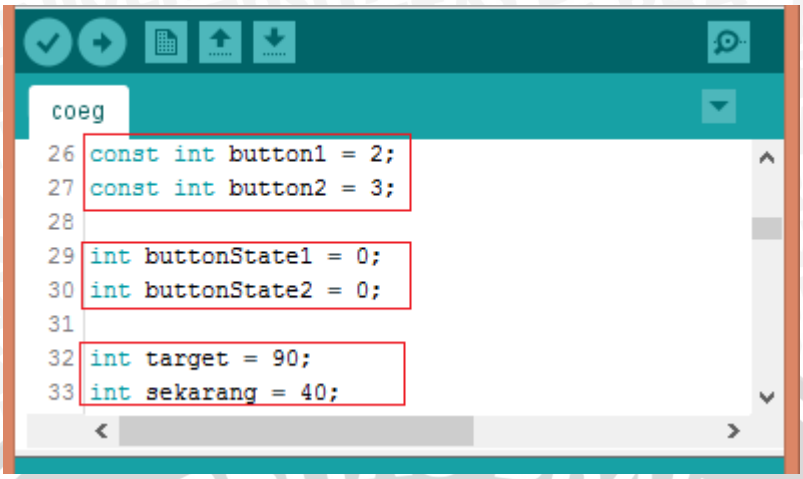
Gambar 5.13 Implementasi Algoritma Inisialisasi Servo

Pada gambar 5.13 dijelaskan bagaimana proses inisialisasi pada 4 servo yang digunakan sebagai output. Berikut implementasi algoritma pengiriman data sensor ditunjukkan kotak merah pada gambar 5.14.



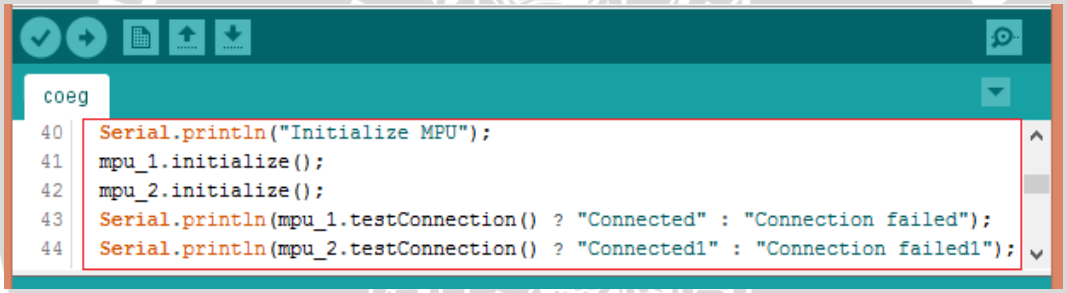
Gambar 5.14 Implementasi Algoritma Inisialisasi Value Sensor Akselerometer

Pada gambar 5.14 dijelaskan proses inisialisasi *value* z,y yang nanti digunakan untuk mengolah nilai. Berikut nilai hasil implementasi algoritma untuk *push button* akan di perlihatakan pada gambar 5.15



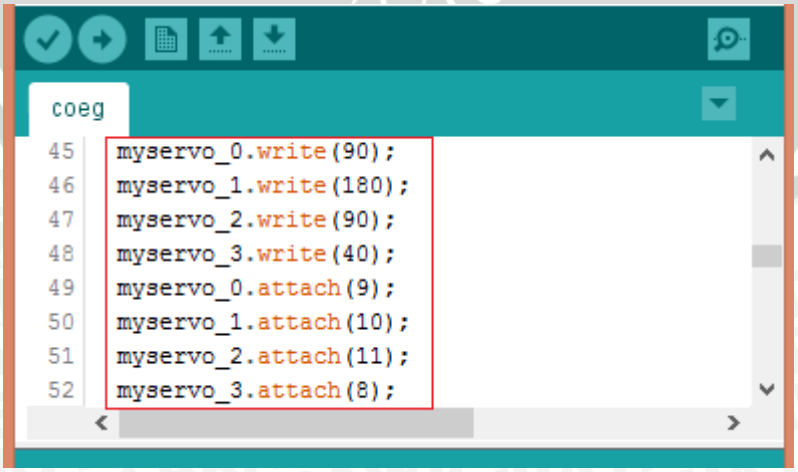
Gambar 5.15 Implementasi Algoritma Push Button

Pada gambar 5.15dijelaskan proses penempatan button, kondisi awal button dan setelahnya.. Berikut nilai hasil implementasi algoritma untuk 2 sensor akselerometer akan di perlihatakan pada gambar 5.16.



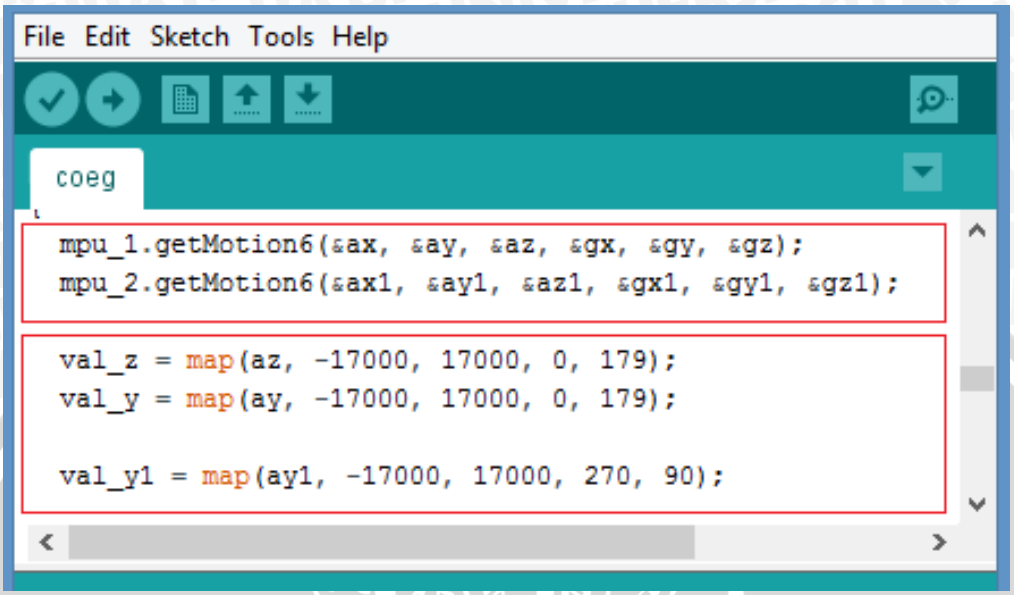
Gambar 5.16 Implementasi algoritma Inisialisasi Sensor Akselerometer

Pada gambar 5.16 dijelaskan proses inisialisasi dari sensor akselerometer dan kondisi saat koneksi berhasil dan tidak berhasil . Berikut nilai hasil implementasi algoritma untuk servo akan di perlihatakan pada gambar 5.17.



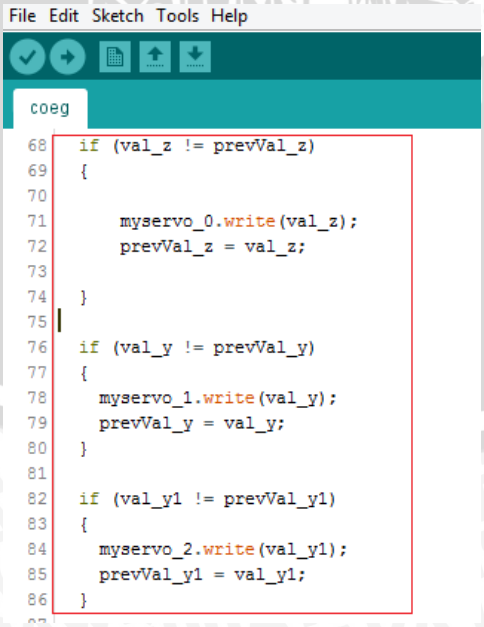
Gambar 5.17 Implementasi algoritma Kondisi Awal Servo

Pada gambar 5.17 adalah membaca kondisi awal servo dan urutan penempatan servo. Berikut nilai hasil implementasi algoritma untuk 2 sensor akselerometer akan di perlihatakan pada gambar 5.18.



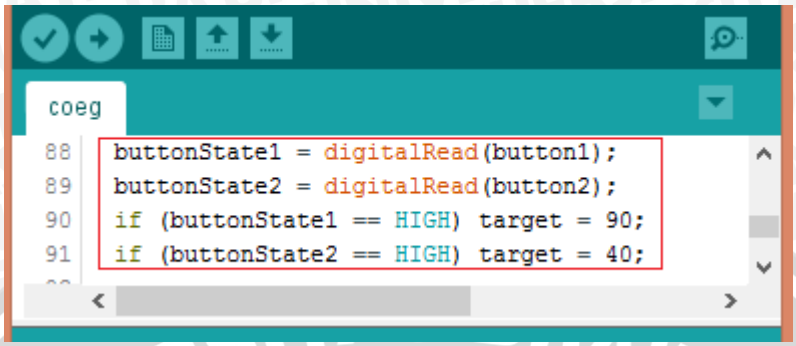
Gambar 5.18 Implementasi Algoritma Inisialisasi Awal Sensor 1 dan 2

Pada gambar 5.18 adalah perulangan pada sensor akselerometer. Lalu ada nilai- setelah di *mapping*, terlihat ada nilai az, ay, dan ay1. Nilai dari semua bentuk perubahan sensor yang dibutuhkan dalam merepresentasikan gerakan tangan dan lengan. Berikut nilai hasil implementasi algoritma untuk gerakan sensor akselerometer akan di perlihatakan pada gambar 5.19.



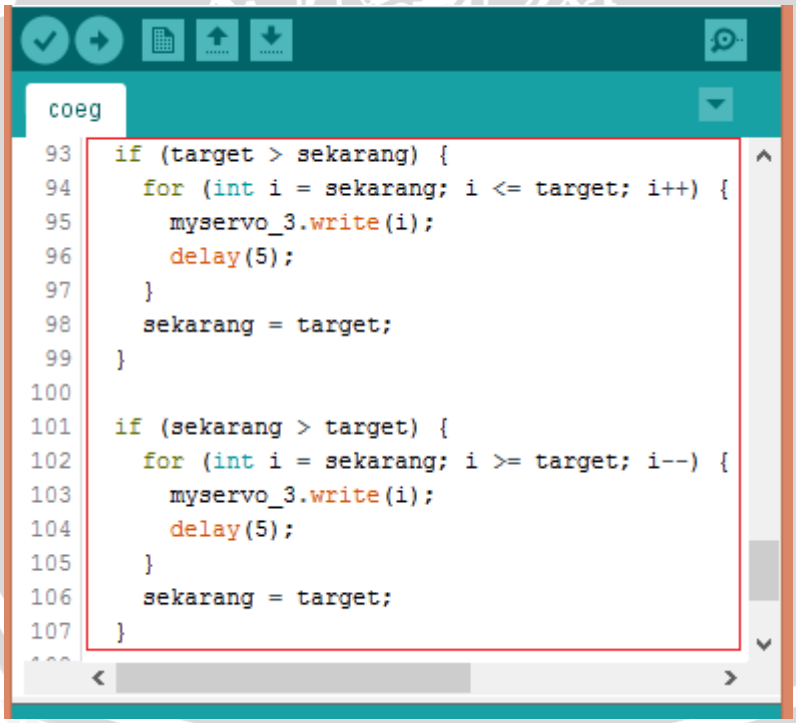
Gambar 5.19 Implementasi Algoritma Gerakan Servo

Pada gambar 5.19adalah kondisi gerakan servo yang sama mengikuti gerakan sensor akselerometer. Berikut nilai hasil implementasi algoritma untuk kondisi *push button* akan di perlihatakan pada gambar 5.20.



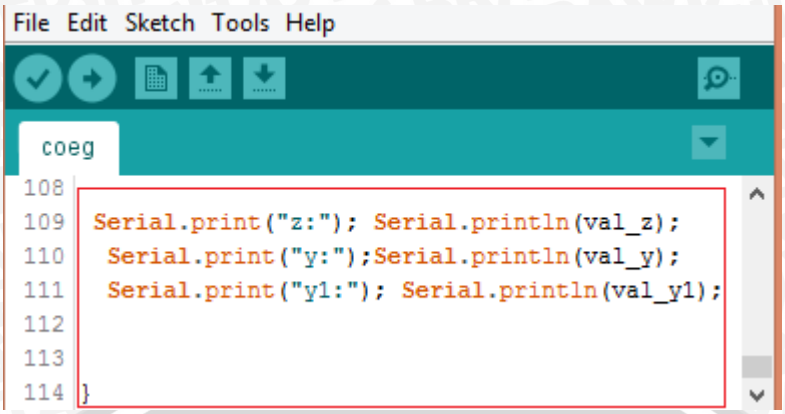
Gambar 5.30 Implementasi Algoritma Push Button

Pada gambar 5.20 adalah kondisi setelah *push button* dipanggil. Berikut nilai hasil implementasi algoritma untuk kondisi servo pada *push button* akan di perlihatakan pada gambar 5.21.



Gambar 5.41 Implementasi Algoritma Kondisi Servo Pada Push Button

Pada gambar 5.21 adalah jika kondisi yang akan dituju belum sesuai dengan yang diinginkan maka akan melakukan perulangan yaitu capit akan membuka terus. Berikut nilai hasil implementasi algoritma untuk kondisi servo akan di perlihatakan pada gambar 5.22.



Gambar 5.22 Implementasi Algoritma Menampilakan Nilai Servo

Pada gambar 5.22 adalah algoritma yang menampilkan nilai dari sensor akselerometer yang menggunakan sumbu Z, Y, dan Y1.

BAB 6 PENGUJIAN

Pengujian dan analisis dilakukan untuk menganalisis apakah sistem telah bekerja sesuai perancangan. Pengujian dilakukan untuk menguji tingkat akurasi sensor akselerometer MPU6050 dalam membaca kondisi serta sudut dari gerakan tangan dan lengan. Pengujian yang perlu dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Pengujian akurasi peletakkan sensor
2. Pengujian sensor dan pengiriman data sensor
3. Pengujian memindahkan obyek benda

6.1 Pengujian Akurasi Peletakkan Sensor

6.1.1 Tujuan

Tujuan dari pengujian peletakan sensor yaitu untuk mengetahui nilai dari setiap posisi sensor pada lengan dan untuk mengetahui posisi yang pas untuk meletakkan sensor akselerometer.

6.1.2 Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian dimulai dengan meletakkan sensor pada lengan berjarak mulai dari 10cm sampai 18cm berkelipatan 2cm dari bahu. Setelah terpasang lengan diarahkan kedepan dan diukur mulai dari jarak 10 cm dari bahu kemudian diletakkan dengan jarak 12cm sampai 26cm berkelipatan 2cm. setelah itu lengan diarahkan kebawah dan ulangi prosedur sebelumnya.

6.1.3 Hasil Pengujian

Pengujian dilakukan dengan cara meletakkan sensor lengan. Kemudian tangan dan lengan begerak sesuai dengan gerakan yang telah ditentukan. Berikut hasil pengujian peletakkan sensor pada bagian pangkal paha yang ditampilkan pada Tabel 6.1.

Tabel 6.1 Pengujian Peletakkan Sensor Pada Lengan Jarak 10 cm

No	Kondisi Lengan	Posisi sensor dari bahu	Pengujian					
			1	2	3	4	5	Rata-rata
1	Ke depan	10 cm	151^0	149^0	151^0	152^0	151^0	$150,8^0$
2	Ke depan	12 cm	139^0	140^0	141^0	139^0	138^0	$139,4^0$
3	Ke depan	14 cm	151^0	149^0	151^0	152^0	150^0	$150,6^0$
4	Ke depan	16 cm	155^0	154^0	156^0	155^0	155^0	$154,2^0$
5	Ke depan	18 cm	157^0	159^0	157^0	156^0	157^0	$157,2^0$

No	Kondisi Lengan	Posisi sensor dari bahu	Pengujian					
			1	2	3	4	5	Rata-rata
6	Ke depan	20 cm	147^0	149^0	148^0	147^0	147^0	$147,6^0$
7	Ke depan	22 cm	140^0	140^0	141^0	142^0	140^0	$140,6^0$
8	Ke depan	24 cm	139^0	139^0	141^0	141^0	139^0	$139,8^0$
9	Ke depan	26 cm	153^0	153^0	151^0	152^0	150^0	$151,8^0$

Selanjutnya, pengujian peletakkan sensor pada bagian lengan tetapi lengan menghadap kebawah. Berikut hasil pengujian peletakkan sensor pada lengan ditampilkan pada Tabel 6.2.

Tabel 6.2 Pengujian Peletakkan Sensor Pada Lengan Jarak 10 cm

No	Kondisi Lengan	Posisi sensor dari bahu	Pengujian					
			1	2	3	4	5	Rata-rata
1	Ke bawah	10 cm	96^0	96^0	96^0	98^0	97^0	$96,6^0$
2	Ke bawah	12 cm	95^0	93^0	93^0	92^0	95^0	$93,6^0$
3	Ke bawah	14 cm	95^0	93^0	95^0	95^0	95^0	$94,6^0$
4	Ke bawah	16 cm	95^0	95^0	95^0	95^0	97^0	$95,4^0$
5	Ke bawah	18 cm	95^0	95^0	94^0	94^0	95^0	$94,6^0$
6	Ke bawah	20 cm	96^0	98^0	96^0	96^0	97^0	$96,6^0$
7	Ke bawah	22 cm	101^0	102^0	101^0	101^0	101^0	$101,2^0$
8	Ke bawah	24 cm	99^0	99^0	101^0	101^0	99^0	$99,8^0$
9	Ke bawah	26 cm	104^0	103^0	104^0	104^0	102^0	$103,4^0$

6.1.4 Analisa Pengujian

Berdasarkan pengujian dari akurasi peletakkan sensor pada bagian lengan didapatkan hasil bahwa untuk peletakan sensor pada bagian lengan nilai yang dihasilkan berbeda-beda. hal ini disebabkan karena otot pada lengan manusia tidak simetris menjadikan letak sensor tidak lurus, Namun peletakkan sensor yang baik yaitu pada tengah antara bahu dan siku atau 18 cm dari bahu. kesimpulannya adalah ukuran otot pada setiap lengan manusia akan berpengaruh pada nilai yang dihasilkan sensor.

6.2 Pengujian Sensor dan Pengiriman Data

6.2.1 Tujuan

Tujuan dari pengujian sensor dan pengiriman data adalah untuk mengetahui apakah nilai yang dikirimkan oleh sensor dari pergerakannya sama dengan yang diterima oleh mikrokontroller.

6.2.2 Prosedur Pengujian

Pengujian sensor dan pengiriman data dimulai dari memasang sensor pada punggung telapak tangan dan ditengah-tengah lengan antara siku dan bahu. Setelah terpasang tangan dan lengan diarahkan kedepan dan menggerakkan sensor pada tangan, untuk posisi normal tangan dikepalkan dan jari kelingking berada dibawah. Setelah itu menggerakkan pergelangan tangan dengan memutar ke kiri, ke kanan, ke bawah, dan ke atas.

6.2.3 Hasil Pengujian sensor dan pengiriman data

Pengujian dilakukan dengan cara mengamati nilai sensor yang dikirimkan oleh sensor dan mengamati nilai yang dihasilkan oleh sensor. Kemudian, pengujian sensor dan pengiman data dilakukan dengan meletakkan sensor pada punggung telapak tangan dan lengan. Berikut hasil pengujian sensor dan pengiman data ditampilkan pada Tabel 6.3

Tabel 6.2 Pengujian sensor dan pengiriman data pada tangan dan lengan

No	Kondisi Tangan	Sumbu Z	Sumbu Y	Sumbu Y1	Sudut Servo	Selisih
1	Normal	89^0	-	-	90^0	0^0
2	Ke kiri	178^0	-	-	180^0	0^0
3	Ke kanan	0^0	-	-	0^0	0^0
4	Ke bawah	-	180^0	-	180^0	0^0
5	Ke atas	-	39^0	-	40^0	1^0

6.2.4 Analisa Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian sensor dan pengiriman data dengan cara menggerakan sensor pada tangan didapatakan hasil nilai dari sensor. Nilai dari sensor terlihat tidak stabil disebabkan hal seperti getaran pada tangan yang tidak bisa diam. Nilai yang telah dikirimkan dari sensor dapat berubah tergantung bagaimana tangan dan lengan tersebut menggerakkannya.

6.3 Pengujian Robot Memindahkan Benda

6.3.1 Tujuan

Tujuan dari pengujian memindahkan benda adalah untuk mengetahui apakah robot dapat mengikuti sensor akselerometer yang diletakkan ditangan dan mengambil benda lalu memindahkan ke tempat lainnya.

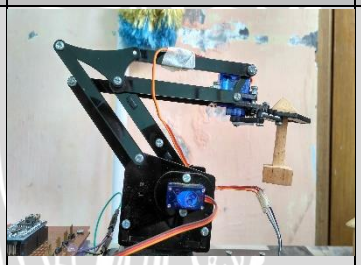
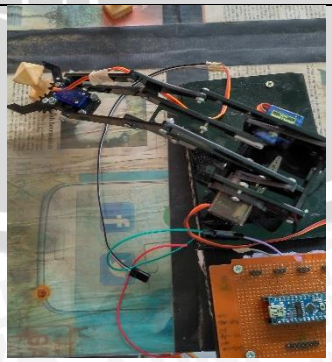
6.3.2 Prosedur Pengujian

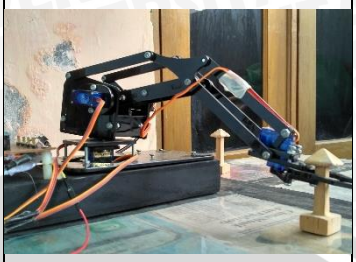
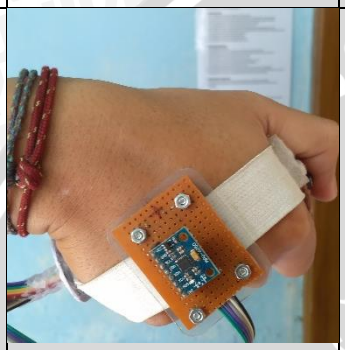
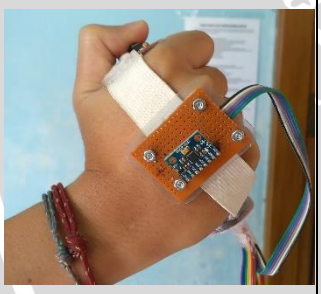
Pengujian memindahkan benda dimulai dengan meletakkan benda didepan robot, setelah itu pergelangan tangan diputar kebawah untuk mendekatkan capit yang terletak pada ujung lengan dengan benda. Kemudian *push button* 1 ditekan untuk membuka capit setelah mendapatkan benda *push button* 2 ditekan untuk menutup capit. Kemudian pergalangan tangan diputar keatas untuk menarik lengan, setelah itu pergelangan tangan diputar kekiri ataupun kekanan untuk meletakkan benda.

6.3.3 Hasil pengujian robot memindahkan benda

Pengujian dilakukan dengan cara menempatkan sensor pada punggung telapak tangan dan lengan, setelah itu tangan dan lengan digerakkan seakan-akan sedang mengambil benda. Hasil dari pengujian ditampilkan pada Tabel 6.4.

Tabel 6.4 Pengujian Akurasi Sensor Pada Tangan dan Lengan

No	Posisi Sensor	Kondisi Sensor	Kondisi Robot	Nilai Sensor		
				Z	Y	Y1
1		Normal		89°	92°	156°
2		Ke kiri		178°	100°	148°

No	Posisi Sensor	Kondisi Sensor	Kondisi Robot	Nilai Sensor		
				Z	Y	Y1
3		Ke kanan		0º	103º	144º
4		Ke bawah		91º	180º	155º
5		Ke atas		81º	39º	137º
7		Lengan ke depan		91º	160º	155º

No	Posisi Sensor	Kondisi Sensor	Kondisi Robot	Nilai Sensor		
				Z	Y	Y1
8		Normal dan push button 1 ditekan		Nilai push button 90º		
9		Normal dan push button 2 ditekan		Nilai push button 40º		

6.3.4 Analisa Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian dari memindahkan obyek benda yang ditampilkan pada tabel 6.16 diatas. Lengan robot dapat mengikuti gerakan tangan dengan baik, akan tetapi saat tangan miring kekiri dan kekanan gerakan lengan robot kurang maksimal. Hal ini disebabkan posisi sensor saat melakukan manuver mengambil benda dan menggerakkan kekiri dan kekanan. Terlepas dari eror tersebut robot dapat memindahkan benda gerakan tangan.

BAB 7 PENUTUP

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan perancangan sistem yang telah dilakukan dan dijelaskan dalam bab-bab sebelumnya maka dapat dipaparkan kesimpulan sebagai berikut.

1. Untuk membaca pergerakan tangan dan lengan dengan menggunakan sensor akselerometer. Sensor menggunakan sumbu Y, Z, Y1 pada sensor akselerometer mpu6050 didapatkan nilai dari masing-masing sumbu untuk menentukan sebuah pergerakan. Dari nilai pergerakan akan diolah oleh mikrokontroller yang kemudian menghasilkan nilai sudut.
2. Tingkat akurasi sensor dipengaruhi oleh peletakkan sensor dan sensitivitas sensor. Ketika sensor diletakkan pada posisi yang memiliki ruang gerak yang luas maka pembacaan sensor akan akan semakin baik, sebaliknya jika sensor diletakkan pada posisi yang memiliki sedikit ruang gerak maka pembacaan sensor akan semakin buruk. Begitu pula pada saat sensor dipasang pada tangan dan lengan, pada saat posisi normal nilai sumbu Z +-90^o, sumbu Y +-93^o, sumbu Y1 +-157^o. Nilai akan mudah berubah-ubah dengan cepat disebabkan karena nilai sensor mengikuti pergerakan tangan dan lengan.
3. Merancang sistem kontrol robot manipulator capit dapat dibuat dengan meggunakan sensor akselerometer mpu650 dan arduino nano. sensor akselerometer dapat dengan baik mendeteksi nilai pergerakan menggunakan sumbu x, y, z. Arduino nano yang digunakan memiliki memori yang cukup dan baik unduk mengolah nilai dari pergerakan dan mengubahnya dalam bentuk sudut. Menggunakan 2 buah sensor akselerometer mpu6050 unduk mendeteksi pergerakan tangan dan lengan serta 1 mikrokontroller untuk mengubah nilai dari pergerakan kedalam bentuk sudut. Semua nilai sensor dikirim menggunakan kabel ke mikrontroller, dari mikrontroller nilai sudut menggunakan kabel ke 3 servo dalam robot. Sistem ini juga dilengkapi dengan 2 buah *push button* untuk membuka dan menutup capit yang terdapat pada ujung lengan robot, nilai yang dihasilkan *push button* dikirim ke mikrontroller juga menggunakan kabel lalu dari mikrokontroller dikirim ke servo mengunakan kabel.
4. Sebuah objek dapat dipindah dengan menggunakan sistem ini, yaitu dengan cara menggerakkan pergelangan tangan dan lengan tangan. Untuk mengambil benda didepan yaitu dengan cara memutar pergelangan tangan kearah bawah, mengambil benda dikanan dengan memutar pergelangan kekanan, mengambil benda dikiri dengan memutar pergelangan kekiri, dan untuk menarik keatas pergelangan diputar keatas.

7.2 Saran

Berikut beberapa saran yang dapat dikembangkan dalam sistem ini.

1. Pengiriman data sensor pada sistem ini masih menggunakan kabel. Dapat dikembangkan dengan menggunakan *wireless* untuk mempermudah penggunaannya.
2. Robot pada sistem ini masih kurang sempurna karena masih bergetar saat sensor tidak melakukan gerakan. Dapat dikembangkan dengan menggunakan PID ataupun dengan Stepper.

DAFTAR PUSTAKA

Rafiudin, S., 2015. *Kinematika dan Dinamika Robot Lengan*. Makasar: Fakultas Teknik Universitas Hasanudin.

Syaifullah, Masykuri. 2010.*Sistem Pengendalian Lengan Robot dengan Interfacing Java Berbasis ATMEGA 8535*. Naskah Publikasi STMIK AMIKOM Yogyakarta.

Craig, J.J. 2005. *Introduction to Robotics Mechanics and Control*. Prentice Hall. United State of America.

Uciyama, N et al. 2012. *Control of a robotic manipulator for catching a falling raw egg to achieve human-robot soft physical interaction*, 2015 IEEE International Symposium on.

Ajie, 2015. Komunikasi Serial Sinkron I2C dengan Arduino. [Online] Tersedia di: < http://saptaji.com/2015/07/24/komunikasi-serial-sinkron-i2ciictwi-dengan-arduino/ > [27 November 2016].

Arduino, 2015. Arduino Nano. [Online] Tersedia di: <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno> [Diakses 3 Desember 2016].

Arduino, 2015. MPU6050 Accelerometer. [Online] Tersedia di: <http://playground.arduino.cc/Main/MMA7455> [Diakses 3 Desember 2016].

Varshney, A et al. 2014. *Manipulator Control Using Human Arm Imitation*, Indian Institute of Technology Kanpur.

Bhojak, V et al. 2015. *Gesture Controlled Mobile Robotic Arm Using Accelerometer*, Anand International College of Engineering India.

Neto, P et al. 2009. *Accelerometer-Based Control of an Industrial Robotic Arm*. IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication Japan.

Bhuyan, A et al. 2014. *Gyro-Accelerometer based control of a robotic*. Department of Electrical and Electronic Engineering Bangladesh.

Sancheti, A. 2012. *Geture Actuated Robotic Arm*. University of Pune Pune India.

LAMPIRAN

A.1 *Source code* mikrokontroller

```
#include "Wire.h"
#include "I2Cdev.h"
#include "MPU6050.h"
#include "Servo.h"

MPU6050 mpu_1(0x69);
MPU6050 mpu_2(0x68);

int16_t ax, ay, az;
int16_t gx, gy, gz;
int16_t ax1, ay1, az1;
int16_t gx1, gy1, gz1;

Servo myservo_0;
Servo myservo_1;
Servo myservo_2;
Servo myservo_3;

int val_z;
int val_y;
int prevVal_z;
int prevVal_y;
int val_y1;
int prevVal_y1;

const int button1 = 2;
const int button2 = 3;

int buttonState1 = 0;
int buttonState2 = 0;

int target = 90;
int sekarang = 40;

void setup()
{
  Wire.begin();
  Serial.begin(38400);

  Serial.println("Initialize MPU");
  mpu_1.initialize();
  mpu_2.initialize();
  Serial.println(mpu_1.testConnection() ? "Connected" :
"Connection failed");
  Serial.println(mpu_2.testConnection() ? "Connected1" :
"Connection failed1");
  myservo_0.write(90);
  myservo_1.write(180);
  myservo_2.write(90);
  myservo_3.write(40);
  myservo_0.attach(9);
  myservo_1.attach(10);
```

```
  myservo_2.attach(11);
  myservo_3.attach(8);

  pinMode(button1, INPUT);
  pinMode(button2, INPUT);
}

void loop()
{
  mpu_1.getMotion6(&ax, &ay, &az, &gx, &gy, &gz);
  mpu_2.getMotion6(&ax1, &ay1, &az1, &gx1, &gy1, &gz1);

  val_z = map(az, -17000, 17000, 0, 179);
  val_y = map(ay, -17000, 17000, 0, 179);

  val_y1 = map(ay1, -17000, 17000, 270, 90);

  if (val_z != prevVal_z)
  {
    myservo_0.write(val_z);
    prevVal_z = val_z;
  }

  if (val_y != prevVal_y)
  {
    myservo_1.write(val_y);
    prevVal_y = val_y;
  }

  if (val_y1 != prevVal_y1)
  {
    myservo_2.write(val_y1);
    prevVal_y1 = val_y1;
  }

  buttonState1 = digitalRead(button1);
  buttonState2 = digitalRead(button2);
  if (buttonState1 == HIGH) target = 90;
  if (buttonState2 == HIGH) target = 40;

  if (target > sekarang) {
    for (int i = sekarang; i <= target; i++) {
      myservo_3.write(i);
      delay(5);
    }
    sekarang = target;
  }

  if (sekarang > target) {
    for (int i = sekarang; i >= target; i--) {
      myservo_3.write(i);
      delay(5);
    }
    sekarang = target;
  }

  Serial.print(val_z); Serial.print("\t");
```

```
110     Serial.print(val_y); Serial.print("\t");
111     Serial.println(val_y1);
112
113     delay(100);
114   }
```

repository.ub.ac.id

UNIVERSITAS BRAWIJAYA