



**RANCANG BANGUN LENGAN ROBOT PEMILAH PAKET  
BARANG OTOMATIS BERBASIS *RADIO FREQUENCY  
IDENTIFICATION (RFID)***



UNIVERSITAS  
**Dinamika**

**Oleh :**

**RENHAT BAATHINNUR A. R.**

**11.41020.0080**

---

**FAKULTAS TEKNOLOGI DAN INFORMATIKA  
INSTITUT BISNIS DAN INFORMATIKA STIKOM SURABAYA  
2018**

**RANCANG BANGUN LENGAN ROBOT PEMILAH PAKET  
BARANG OTOMATIS BERBASIS *RADIO FREQUENCY  
IDENTIFICATION (RFID)***

**TUGAS AKHIR**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan

Program Sarjana Komputer



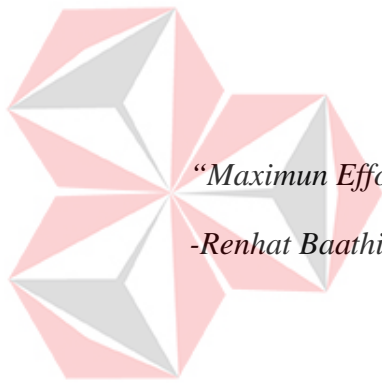
Oleh:

**UNIVERSITAS**  
**Dinamika**

Nama : Renhat Baathinnur A. R  
Nim : 11.41020.0080  
Program : S1 (Strata Satu)  
Jurusan : Sistem Komputer

**FAKULTAS TEKNOLOGI DAN INFORMATIKA  
INSTITUT BISNIS DAN INFORMATIKA STIKOM  
SURABAYA**

**2018**



*“Maximun Efforts”*

*-Renhat Baathinnur A. R.-*

UNIVERSITAS  
**Dinamika**

Bismillahirrahmanirrahim, dengan mengucapkan basmalah dan syukur.

Alhamdulillah, dengan bangga saya mempersembahkan Tugas Akhir ini untuk:

Bapak, Ibu, dan semua keluarga tercinta,

Yang selalu mendukung, memotivasi dan menyisipkan nama saya dalam doa-doa  
terbaiknya.

Untuk Ibu, Bapak dosen S1 Sistem Komputer tercinta

Untuk teman-teman seperjuangan S1 Sistem Komputer

yang selalu membantu, mendukung dan memotivasi agar tetap berusaha menjadi  
lebih baik.



UNIVERSITAS  
Dinamika

**TUGAS AKHIR**

**RANCANG BANGUN LENGAN ROBOT PEMILAH PAKET BARANG  
OTOMATIS BERBASIS *RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION (RFID)***

Dipersiapkan dan disusun oleh

**Renhat Baathinnur A. R.**

**NIM : 11.41020.0080**

Telah diperiksa, diuji dan disetujui oleh Dewan Penguji

Pada : Februari 2018

**Susunan Dewan Penguji**

**Pembimbing**

**I. Dr. Susijanto Tri Rasmana, S.Kom., M.T.**

**NIDN. 0727097302**

**II. Yosefine Triwidyastuti, M.T.**

**NIDN. 0729038504**

**Pembahas**

**I. Weny Indah Kusumawati, S.Kom., M.MT.**

**NIDN. 0721047201**

Tugas Akhir ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar Sarjana



  
**Dr. Jusak**

26/18  
/2

**Dekan Fakultas Teknologi dan Informatika**

**INSTITUT BISNIS DAN INFORMATIKA STIKOM SURABAYA**

## SURAT PERNYATAAN

### PERSETUJUAN PUBLIKASI DAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Sebagai mahasiswa Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya, saya :

Nama : Renhat Baathinnur A. R.  
NIM : 11410200080  
Program Studi : S1 Sistem Komputer  
Fakultas : Fakultas Teknologi dan Informatika  
Jenis Karya : Tugas Akhir  
Judul Karya : **RANCANG BANGUN LENGAN ROBOT PEMILAH  
PAKET BARANG OTOMATIS BERBASIS RADIO  
FREQUENCY IDENTIFICATION (RFID)**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa:

1. Demi pengembangan Ilmu Pengetahuan, Teknologi dan Seni, saya menyetujui memberikan kepada Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exclusive Royalti Free Right*) atas seluruh isi/ sebagian karya ilmiah saya tersebut di atas untuk disimpan, dialihmediakan dan dikelola dalam bentuk pangkalan data (*database*) untuk selanjutnya didistribusikan atau dipublikasikan demi kepentingan akademis dengan tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis atau pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.
2. Karya tersebut di atas adalah karya asli saya, bukan plagiat baik sebagian maupun keseluruhan. Kutipan, karya atau pendapat orang lain yang ada dalam karya ilmiah ini adalah semata hanya rujukan yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka saya.
3. Apabila dikemudian hari ditemukan dan terbukti terdapat tindakan plagiat pada karya ilmiah ini, maka saya bersedia untuk menerima pencabutan terhadap gelar keserjanaan yang telah diberikan kepada saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, Februari 2018

g menyatakan,



Renhat Baathinnur A. R.  
NIM: 11.41020.0080

## ABSTRAK

Dunia ekspedisi pada saat ini merupakan komoditas yang berkembang pesat seiring dengan berkembangnya perdagangan elektronik. Dengan adanya perdagangan elektronik, masyarakat dapat melakukan kegiatan jual beli hanya dengan mengakses internet pada setiap perangkat yang telah ada. Kegiatan jual beli tidak lepas dari pembeli, penjual dan barang dagangan yang harus berpindah tangan dari penjual kepada pembeli, maka dari itu dibutuhkan jasa ekspedisi sebagai pihak untuk mengirimkan berbagai macam barang.

Karena kebutuhan yang luas dan banyak, pengiriman barang pada jasa ekspedisi diharuskan cepat, akurat dan dapat diandalkan setiap saat. Oleh karena itu dibutuhkan sistem pemilah paket barang yang dapat mengurangi permasalahan tersebut, pada tugas akhir ini akan menggunakan sistem lengan robot pemilah paket barang otomatis berbasis RFID (*Radio Frequency Identification*).

Berdasarkan hasil pengujian dari keseluruhan sistem, tingkat keberhasilan dari sistem ini mencapai 62,5% dalam 96 kali percobaan, yang bergantung pada ukuran dan berat paket barang. Ukuran paket barang terkecil sebesar 9 cm x 9 cm dan ukuran paket barang terbesar sebesar panjang 15 cm dan lebar 18 cm, sedangkan maksimal berat paket barang seberat 55 gram.

Kata kunci : Lengan Robot, Pemilah Paket Barang Otomatis, Robot Otomatis, Arduino Mega 2560.

## KATA PENGANTAR

Pertama-tama penulis panjatkan puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat, rahmat, dan karuniaNya penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini dengan sebaik-baiknya. Penulis mengambil judul “Rancang bangun lengan robot pemilah paket barang otomatis berbasis *Radio Frequency Identification (RFID)*” ini sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan Tugas Akhir di Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya.

Pada kesempatan kali ini penulis juga ingin mengucapkan terima kasih

kepada :

1. Pimpinan Stikom Surabaya yang telah banyak memberikan motivasi serta teladan yang dapat membantu penulis selama menempuh pembelajaran hingga saat ini.
2. Bapak Dr. Jusak, selaku Dekan Fakultas Teknologi dan Informatika Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya.
3. Bapak Pauladie Susanto, S.Kom., M.T., selaku Ketua Program Studi Sistem Komputer Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya.
4. Bapak Dr. Susijanto Tri Rasmana, S.Kom., M.T., selaku dosen pembimbing pertama yang telah membantu serta mendukung setiap kegiatan sehingga pelaksanaan Tugas Akhir ini dapat berjalan dengan baik.
5. Ibu Yosefine Triwidyastuti, M.T., selaku dosen pembimbing kedua yang senantiasa memberikan dukungan kepada penulis sehingga penulis dapat melaksanakan Tugas Akhir ini dengan baik.



6. Ibu Weny Indah Kusumawati, S.Kom., M.MT., selaku Pembahas yang telah membimbing penulis yang memberi masukan dalam menyusun buku Tugas Akhir ini.
7. Seluruh dosen Pengajar Program Studi S1 Sistem Komputer yang telah mendidik dan memberi motivasi kepada penulis selama masa kuliah di Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya.
8. Teman-teman seperjuangan angkatan 2011 maupun adik dan kakak angkatan Jurusan S1 Sistem Komputer yang mendukung dan membantu penulis selama masa dan penyusunan buku Tugas Akhir ini.
9. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis tuliskan satu persatu yang telah membantu penulis secara langsung maupun tidak langsung.

Banyak hal dalam laporan Tugas Akhir ini yang masih perlu diperbaiki lagi. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang dapat membangun dari semua pihak agar dapat menyempurnakan penulisan ini kedepannya. Penulis juga memohon maaf yang sebesar-besarnya jika terdapat kata-kata yang salah serta menyinggung perasaan pembaca. Akhir kata penulis ucapkan banyak terima kasih kepada para pembaca, semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

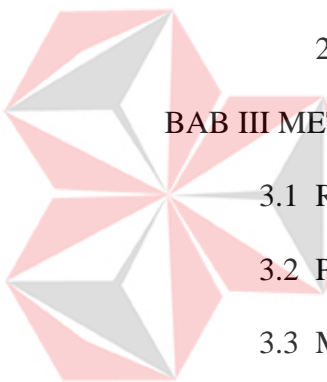
Surabaya, Februari 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

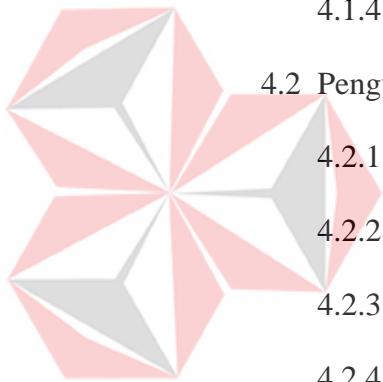
ABSTRAK .....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.3 Pembatasan Masalah .....	4
1.4 Tujuan.....	4
1.5 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II LANDASAN TEORI .....	7
2.1 Otomasi .....	7
2.2 Lengan Robot.....	8
2.2.1 Klasifikasi Robot Manipulator.....	10
2.2.2 <i>End Effector Robot</i> .....	15
2.2.3 Sistem Penggerak Robot.....	15
2.2.4 Sensor.....	16
2.2.5 Kontroler.....	16
2.3 Arduino.....	17
2.3.1 Arduino Mega 2560.....	18

2.3.2 Spesifikasi Arduino Mega 2560 .....	20
2.4 <i>Radio Frequency Identification</i> (RFID).....	20
2.4.1 TAG dan <i>Reader</i> RFID.....	21
2.4.2 Jenis – jenis Frekuensi Yang Digunakan RFID.....	23
2.4.3 Regulasi dan Standarisasi RFID .....	24
2.5 Komunikasi Data Serial .....	25
2.6 Sensor.....	28
2.7 Motor.....	31
2.7.1 Motor Servo .....	31
2.7.2 Prinsip Kerja Motor Servo.....	33
BAB III METODE PENELITIAN.....	35
3.1 Rancangan Penelitian.....	35
3.2 Prosedur Penelitian.....	35
3.3 Model Perancangan.....	37
3.4 Perancangan Mekanik Robot .....	39
3.4.1 Ukuran Dimensi Lengan Robot .....	44
3.4.2 Struktur Material Lengan Robot.....	44
3.4.3 Spesifikasi Kemampuan Kinerja Lengan Robot.....	45
3.4.4 Perancangan Mekanik RFID pada Sistem Konveyor .....	46
3.5 Perancangan Pengontrol Elektronik Lengan Robot .....	47
3.6 Perancangan Perangkat Lunak .....	50
3.6.1 Sub Proses Ambil Barang.....	52
3.6.2 Sub Proses Letakkan di Kotak 1 Berlabel “Dalam Pulau” .....	53

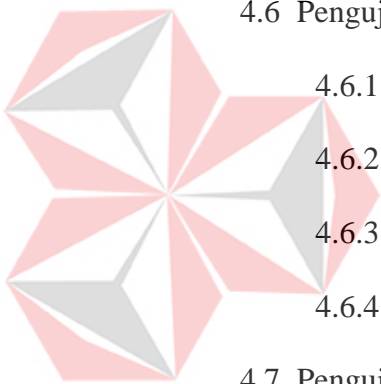


UNIVERSITAS  
Dinamika

3.6.3 Sub Proses Letakkan di Kotak 2 Berlabel “Luar Pulau” .....	55
3.6.4 Sub Proses Letakkan di Kotak 3 Berlabel “Luar Negeri” .....	57
3.6.5 Sub Proses Kembali ke Posisi Semula.....	59
<b>BAB IV HASIL DAN PENGUJIAN .....</b>	<b>62</b>
4.1 Pengujian Komunikasi Data Serial Arduino <i>to</i> Arduino.....	62
4.1.1 Tujuan Pengujian Komunikasi Data Serial Arduino <i>to</i> Arduino...	63
4.1.2 Alat yang Digunakan pada Pengujian Komunikasi Data Serial Arduino <i>to</i> Arduino.....	63
4.1.3 Prosedur Pengujian Komunikasi Data Serial Arduino <i>to</i> Arduino	63
4.1.4 Hasil Pengujian Komunikasi Data Serial Arduino <i>to</i> Arduino.....	64
4.2 Pengujian Motor Servo <i>Standart</i> .....	65
4.2.1 Tujuan Pengujian Motor Servo <i>Standart</i> .....	65
4.2.2 Alat yang Digunakan pada Pengujian Motor Servo <i>Standart</i> .....	65
4.2.3 Prosedur Pengujian Motor Servo <i>Standart</i> .....	66
4.2.4 Hasil Pengujian Motor Servo <i>Standart</i> .....	66
4.3 Pengujian Motor Servo <i>Rotation Continuous</i> .....	67
4.3.1 Tujuan Pengujian Motor Servo <i>Rotation Continuous</i> .....	67
4.3.2 Alat yang Digunakan pada Pengujian Motor Servo <i>Rotation Continuous</i> .....	67
4.3.3 Prosedur Pengujian Motor Servo <i>Rotation Continuous</i> .....	68
4.3.4 Hasil Pengujian Motor Servo <i>Rotation Continuous</i> .....	68
4.4 Pengujian Sensor IR <i>Obstacle Proximity</i> .....	69
4.4.1 Tujuan Pengujian Sensor IR <i>Obstacle Proximity</i> .....	69



4.4.2	Alat yang Digunakan pada Pengujian Sensor IR <i>Obstacle Proximity</i> .....	70
4.4.3	Prosedur Pengujian Sensor IR <i>Obstacle Proximity</i> .....	70
4.4.4	Hasil Pengujian Sensor IR <i>Obstacle Proximity</i> .....	71
4.5	Pengujian Capit Penggenggam.....	72
4.5.1	Tujuan Pengujian Capit Penggenggam.....	72
4.5.2	Alat yang Digunakan pada Pengujian Capit Penggenggam .....	72
4.5.3	Prosedur Pengujian Capit Penggenggam.....	73
4.5.4	Hasil Pengujian Capit Penggenggam.....	73
4.6	Pengujian Lengan pada Robot.....	74
4.6.1	Tujuan Pengujian Lengan pada Robot.....	74
4.6.2	Alat yang Digunakan pada Pengujian Lengan pada Robot .....	74
4.6.3	Prosedur Pengujian Lengan pada Robot.....	75
4.6.4	Hasil Pengujian Lengan pada Robot.....	75
4.7	Pengujian Badan pada Robot.....	76
4.7.1	Tujuan Pengujian Badan pada Robot.....	77
4.7.2	Alat yang Digunakan pada Pengujian Badan pada Robot .....	77
4.7.3	Prosedur Pengujian Badan pada Robot.....	78
4.7.4	Hasil Pengujian Badan pada Robot .....	79
4.8	Pengujian Keseluruhan Sistem Lengan Robot dengan Tiga Tempat Kategori Pengiriman Paket Barang .....	79
4.8.1	Tujuan Pengujian Keseluruhan Sistem Lengan Robot dengan Tiga Tempat Kategori Pengiriman Paket Barang .....	80



4.8.2 Alat yang Digunakan pada Pengujian Keseluruhan Sistem Lengan Robot dengan Tiga Tempat Kategori Pengiriman Paket Barang .....	80
4.8.3 Prosedur Pengujian Keseluruhan Sistem Lengan Robot dengan Tiga Tempat Kategori Pengiriman Paket Barang .....	80
4.8.4 Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem Lengan Robot dengan Tiga Tempat Kategori Pengiriman Paket Barang.....	81
BAB V PENUTUP.....	87
5.1 Kesimpulan.....	87
5.2 Saran.....	87
DAFTAR PUSTAKA .....	89
LAMPIRAN .....	90
BIODATA PENULIS .....	97



UNIVERSITAS  
**Dinamika**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Lengan Robot .....	8
Gambar 2.2	Konfigurasi <i>Cartesian</i> .....	11
Gambar 2.3	Konfigurasi Silinder .....	12
Gambar 2.4	Konfigurasi Polar.....	13
Gambar 2.5	Struktur Robot <i>SCARA</i> .....	14
Gambar 2.6	Konfigurasi Sendi-Lengan.....	14
Gambar 2.7	Kontrol Robot <i>Loop</i> Terbuka .....	16
Gambar 2.8	Kontrol Robot <i>Loop</i> Tertutup.....	17
Gambar 2.9	Arduino MEGA Board .....	19
Gambar 2.10	MFRC522 RFID <i>Reader</i> Dan <i>Tag</i> .....	23
Gambar 2.11	<i>Serial Frame</i> .....	28
Gambar 2.12	Hubungan Intensitas Cahaya Dengan Arus <i>Photodiode</i> .....	29
Gambar 2.13	Prinsip Kerja <i>Proximity</i> Sensor .....	30
Gambar 2.14	<i>Infrared Obstacle Avoidance (Proximity)</i> Sensor .....	30
Gambar 2.15	Motor Servo.....	32
Gambar 2.16	Komponen Motor Servo.....	32
Gambar 2.17	Cara Kerja Motor Servo .....	33
Gambar 3.1	Diagram Blok Dari Keseluruhan Sistem .....	37
Gambar 3.2	Desain Lengan Robot 3 Dimensi.....	39
Gambar 3.3	Desain Lengan Robot 2 Dimensi.....	40

Gambar 3.4	Desain Rangka Lengan Robot 2 Dimensi .....	41
Gambar 3.5	Tampilan Lengan Robot .....	43
Gambar 3.6	RFID Pada Sistem Konveyor Yang Telah Ada .....	46
Gambar 3.7	<i>Schematic</i> Perancangan Keseluruhan Sistem .....	47
Gambar 3.8	<i>Schematic</i> Perancangan Komunikasi Serial .....	48
Gambar 3.9	<i>Schematic</i> Perancangan RFID Pada Sistem Konveyor .....	49
Gambar 3.10	<i>Flowchart</i> Program Mikrokontroler Lengan Robot .....	50
Gambar 3.11	<i>Flowchart</i> Program Sub Proses Ambil Barang .....	52
Gambar 3.12	<i>Flowchart</i> Program Sub Proses Letakkan Di Kotak 1 Berlabel "Dalam Pulau" .....	54
Gambar 3.13	<i>Flowchart</i> Program Sub Proses Letakkan Di Kotak 2 Berlabel "Luar Pulau" .....	56
Gambar 3.14	<i>Flowchart</i> Program Sub Proses Letakkan Di Kotak 3 Berlabel "Luar Negeri" .....	58
Gambar 3.15	<i>Flowchart</i> Program Sub Proses Kembali Ke Posisi Semula .....	60



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Struktur Umum Robot.....	10
Tabel 2.2	Spesifikasi Arduino Mega 2560.....	20
Tabel 2.3	Perbandingan RFID dan <i>Barcode</i> .....	21
Tabel 3.1	Perancangan RFID RC-522 dengan Arduino Mega 2560.....	49
Tabel 4.1	Hasil Pengujian Komunikasi Data Serial Arduino to Arduino .....	64
Tabel 4.2	Hasil Pengujian Motor Servo <i>Standart</i> .....	65
Tabel 4.3	Hasil Pengujian Motor Servo <i>Rotation Continuous</i> .....	69
Tabel 4.4	Hasil Pengujian Sensor IR <i>Obstacle Proximity</i> .....	71
Tabel 4.5	Hasil Pengujian Caput Penggenggam.....	73
Tabel 4.6	Hasil Pengujian Lengan pada Robot .....	76
Tabel 4.7	Hasil Pengujian Badan pada Robot.....	79
Tabel 4.8	Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem Lengan Robot dengan Tiga Tempat Kategori Pengiriman Paket Barang.....	81

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi pada zaman modern telah mengalami peningkatan yang amat pesat. Dalam perkembangan teknologi sekarang ini telah banyak digunakan sistem-sistem otomatis yang diterapkan di berbagai aspek industri. Maksudnya adalah untuk mengurangi dan menggantikan sebanyak-banyaknya intensitas pekerjaan yang melelahkan dan pekerjaan yang berbahaya dengan sistem otomatis. Sehingga, produktivitas dan kualitas juga dapat meningkat. Telah banyak proses produksi dan kualitas melibatkan sistem komputerisasi seperti robot atau sistem otomatis yang fleksibel dimana semua itu dapat menggantikan proses produksi dan kualitas secara manual (Boboulos, 2010).

Tujuannya adalah untuk menggantikan proses yang monoton, melelahkan, menciptakan stres dan trauma dengan sistem otomatis yang dapat aktif secara terus menerus dengan melakukan teknik dan aktivitas tertentu. Hal tersebut biasanya melibatkan robot dan penanganan industrial. Produksi yang lebih tinggi, biaya yang lebih rendah dan kualitas yang lebih tinggi akan sangat dibutuhkan. Sistem otomatis yang diatur secara komputerisasi akan dapat menggantikan pekerjaan manusia sepenuhnya (Boboulos, 2010).

Pada saat ini sistem sortir barang yang digunakan di kebanyakan jasa pengiriman barang di tempat Pusat Cabang Provinsi, Agen dan Sub Agen masih menggunakan sistem manual yang memberdayakan sumber daya manusia,

walaupun sistem pengiriman barang sudah menggunakan komputerisasi seperti sistem *barcode*, tetap kurang efisien jika pengerjaan sistem pemilah barang tersebut masih melibatkan sumber daya manusia.

Sistem otomatis yang sesuai untuk menangani permasalahan sistem sortir barang tersebut yaitu Robot Manipulator. Robot adalah manipulator yang didesain untuk memindahkan material, benda, alat, atau peralatan tertentu lewat pergerakan yang terprogram untuk melakukan berbagai macam tugas yang didefinisikan oleh *Robotic Industries Association* (RIA) (Budiharto, 2014). Robot Manipulator yang akan digunakan adalah robot dengan mekanisme *Pick and Place*.

Adapun sistem otomatis yang menggunakan robot dengan mekanisme *Pick and Place* yang dimana tujuan dari sistem otomatis tersebut adalah untuk memindahkan suatu barang dari satu tempat ke tempat lain dengan maksud menyimpan barang tersebut. Barang diidentifikasi menggunakan *Radio Frequency Identification* (RFID) dan hasil pembacaan tersebut akan dikirimkan kepada *Programmable Logic Controller* (PLC) OMRON CPM1A sebagai *controller* utama penggerak robot. Proses pemindahan barang diuji dengan 3 macam pengujian, tanpa antrian barang, 1 antrian barang dan 2 antrian barang. (Hanif, Triwiyatno, & Riyadi, 2017)

Tetapi dengan sistem tersebut, tujuan penempatan barang hanya ada satu saja, sedangkan sistem otomatis yang dibutuhkan harus dapat memilah barang ke berbagai tujuan atau lebih dari satu tujuan. Jadi akan membutuhkan sistem otomatis tersebut dengan jumlah yang banyak sesuai dengan tujuan barang nya, jika demikian akan memerlukan biaya dan tempat yang banyak juga karena membutuhkan banyak sistem otomatis tersebut.

Maka dari itu, perancangan sebuah sistem otomatis yang dapat menggantikan sistem sortir barang secara manual sangat dibutuhkan untuk menyeimbangi permintaan dari konsumen yang kian bertambah. Sebuah sistem yang dapat berjalan secara kontinyu, otomatis dan mudah diaplikasikan. Alat pemilah barang ini ditujukan untuk Kantor Pusat Cabang Provinsi jasa pengiriman barang yang merupakan tempat akhir dari semua distribusi barang kiriman yang diperoleh dari perwakilan, sub agen dan agen. Di kantor inilah barang dipilah-pilah berdasarkan alamat tujuan, jenis layanan dan *packaging* paket. Pengertian dari kantor agen itu sendiri yaitu tempat menampung barang kiriman dari suatu area wilayah tertentu. Disini barang hanya dikumpulkan saja, menunggu proses *Pick-Up* (layanan alternatif pelanggan dalam proses penerimaan kiriman) dari petugas Kantor Pusat Cabang Provinsi.

Pemisah barang ini menggunakan metode pembuatan lengan robot dimana barang akan dipisahkan dengan cara diambil dan diletakkan kedalam kategori jurusan tujuan barang tersebut berdasarkan *Radio Frequency Identification* (RFID). Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah suatu sistem purwarupa yang dapat memisahkan barang sesuai dengan kategori tujuan, dengan tingkat keberhasilan pengiriman yang akurat. Dalam sistem ini, Arduino sebagai prosesor inti, *Infrared proximity* digunakan untuk sensor, motor servo sebagai penggerak robot, dan RFID. Dengan desain pembuatan lengan robot pemisah barang ini diharapkan dapat menciptakan efisiensi dan efektifitas suatu industri.

## 1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang akan dihadapi oleh penulis dalam proses pengerjaan Tugas Akhir ini adalah:

1. Bagaimana cara membuat mekanik lengan robot pemilah barang.
2. Bagaimana membuat lengan robot dapat mengambil dan menempatkan barang sesuai dengan kategori barang tersebut secara otomatis.
3. Bagaimana menguji akurasi ketepatan sistem dalam memilah paket barang.

## 1.3 Pembatasan Masalah

Dalam perancangan dan pembuatan alat ini, terdapat beberapa batasan masalah, antara lain :

1. Proses pemisahan terbatas hanya kedalam 3 kategori atau tujuan.
2. Alat hanya untuk penyortiran paket barang di perusahaan pengiriman barang.
3. Dimensi paket barang berbentuk kubus dengan ukuran bervariasi antara minimal 10 cm x 10 cm sampai maksimal 15 cm x 15 cm dan memiliki berat 10 sampai 45 gram.
4. Perbedaan sumber tegangan antara servo dengan arduino.
5. Pemisahan barang oleh lengan robot dilakukan secara bergantian (tidak ada antrian).
6. Tidak ada barang yang tidak masuk kedalam penyortiran kategori.

## 1.4 Tujuan

Tujuan dari pembuatan alat ini sebagai berikut:

1. Dapat membuat mekanik lengan robot pemilah barang.

2. Membuat lengan robot yang dapat memilah barang sesuai kategori tujuan pengirimannya secara otomatis berbasis Modul Arduino.
3. Sistem dapat memilah paket barang dengan akurasi dan ketepatan yang tinggi.

## 1.5 Sistematika Penulisan

Laporan Tugas Akhir ini ditulis dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

### **BAB I : PENDAHULUAN**

Bab ini membahas tentang latar belakang masalah, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan penulisan laporan Tugas Akhir, dan sistematika penulisan Tugas Akhir.

### **BAB II : LANDASAN TEORI**

Bab ini membahas tentang berbagai teori yang mendukung Tugas Akhir ini. Hal tersebut meliputi Otomasi, Lengan Robot, Arduino, *Radio Frequency Identificaion* (RFID), Komunikasi Data Serial, Sensor dan Motor.

### **BAB III : METODE PENELITIAN**

Dalam bab ini dijelaskan tentang metode penelitian serta alasan penggunaan metode tersebut dalam penelitian. Pada bab ini dijelaskan pula tentang pembuatan perangkat keras (*hardware*) dengan menggabungkan perangkat lunak (*software*) sebagai pengontrol pada robot tersebut, serta penerapan metode penelitian pada robot ini.

#### **BAB IV : HASIL DAN PENGUJIAN**

Bab ini berisi tentang pengujian secara keseluruhan. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian komunikasi data serial *Arduino to Arduino*, pengujian motor servo *Standart*, pengujian motor servo *Rotation Continuous*, pengujian sensor IR *Obstacle Proximity*, pengujian capit penggenggam, pengujian lengan pada robot, pengujian badan pada robot dan pengujian keseluruhan sistem lengan robot dengan tiga tempat kategori pengiriman paket barang.

#### **BAB V : PENUTUP**

Bab ini berisi tentang kesimpulan penelitian serta saran untuk pengembangan penelitian berikutnya.



UNIVERSITAS  
**Dinamika**

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Otomasi

Otomasi adalah penggunaan mesin, sistem kontrol, dan teknologi informasi untuk mengoptimalkan produksi dan / atau pengiriman barang dan jasa. Otomasi akan berguna jika hasilnya lebih cepat, lebih baik secara kuantitas dan / atau kualitas dibandingkan dengan penggunaan tenaga kerja manusia. Dalam dunia industri, otomasi merupakan lanjutan dari mekanisasi, di mana mekanisasi masih membutuhkan operator manusia selama mesin beroperasi atau membutuhkan bantuan tenaga otot manusia agar mampu bekerja. Otomasi mengurangi peran manusia dalam hal tersebut (Budiharto, 2014).

Dalam sejarahnya, otomasi telah dicapai dalam perkembangan kehidupan manusia, meski pada awalnya tidak disebut sebagai otomasi. Operator telepon yang digantikan dengan mesin, berbagai peralatan kedokteran yang menggantikan peran tenaga medis, hingga mesin ATM. Istilah "otomasi" digunakan pertama kali oleh General Motors pada tahun 1974 yang mendirikan departemen otomasi (*automation department*). Ketika itu, teknologi otomasi yang mereka gunakan adalah komponen listrik, mekanik, hidrolis, dan pneumatik. Antara tahun 1957 hingga tahun 1964, mereka menghasilkan output dua kali lipat ketika buruh sudah mulai dikurangi akibat dampak otomasi.



## 2.2 Lengan Robot

Definisi dari robot adalah sebuah manipulator yang dapat di program ulang untuk memindahkan *tool*, material, atau peralatan tertentu dengan berbagai program pergerakan untuk berbagai tugas dan juga mengendalikan serta mensinkronkan peralatan dengan pekerjaannya (Budiharto, 2014). Lengan robot adalah bagian utama dari sistem yang akan diajukan oleh penulis yang dapat memindahkan barang dengan cara mengangkat/mengambil dan menempatkannya dari satu tempat ke tempat lainnya. Lengan robot banyak dipakai di industri-industri internasional, pada umumnya digunakan dalam industri pembuatan mobil untuk mengecat atau membersihkan body mobil. Dalam penggunaan lainnya, lengan robot digunakan untuk memindahkan barang. Karena menggunakan lengan robot untuk memindahkan barang sangat efisien dalam hal tidak memakan banyak tempat/ruangan menjadi keuntungan bagi lengan robot untuk diterapkan di dalam industri yang membutuhkan pemilahan banyak tetapi mempunyai tempat/ruangan yang kecil. Banyak hal yang dapat dilakukan dengan menggunakan lengan robot, sehingga membuat lengan robot hampir cocok digunakan dalam berbagai situasi industrial.



Gambar 2.1 Lengan robot

Terdapat banyak jenis sistem lengan robot yang tersedia seperti pada Gambar 2.1. yang digunakan pada industry-industri yang berbeda. Sistem lengan robot meliputi bagaimana lengan robot itu bekerja, tujuan dibuatnya lengan robot itu dan benda apa yang akan dipindahkan oleh lengan robot tersebut. Dalam berbagai kondisi pada umumnya, suatu sistem lengan robot dibuat agar lengan robot dapat melakukan hal-hal yang lebih spesifik, sebagai contoh agar lengan robot dapat berputar  $360^\circ$ , dapat menjangkau benda beberapa meter jauhnya, atau dapat mengangkat barang dengan berat tertentu. Karena sistem lengan robot yang beragam, maka proses pembuatan lengan robot juga beragam sesuai dengan tujuannya.

Secara keseluruhan, robot memiliki komponen-komponen seperti:

1. Manipulator

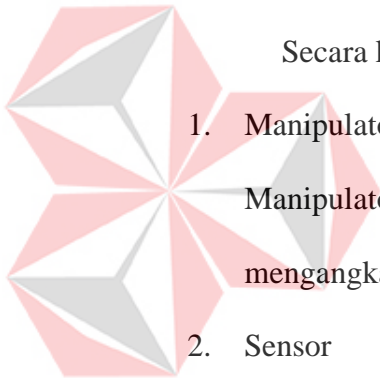
Manipulator adalah bagian mekanik yang dapat difungsikan untuk memindah, mengangkat dan memanipulasi benda kerja.

2. Sensor

Sensor adalah komponen berbasis instrumentasi (pengukuran) yang berfungsi sebagai pemberi informasi tentang berbagai keadaan atau kedudukan dari bagian-bagian manipulator.

3. Aktuator

Aktuator adalah komponen penggerak yang jika dilihat dari prinsip penghasil geraknya dapat dibagi menjadi 3 bagian, yaitu penggerak berbasis motor listrik (motor DC dan motor AC).



UNIVERSITAS  
Dinamika

#### 4. Kontroler

Kontroler adalah rangkaian elektronik berbasis mikroprosesor yang berfungsi sebagai pengatur seluruh komponen dalam membentuk fungsi kerja.

##### 2.2.1 Klasifikasi Robot Manipulator

Secara umum struktur robot dapat dibedakan menurut sumbu koordinat yang digunakan, untuk lebih jelasnya diuraikan dalam tabel 2.1

Tabel 2.1 Struktur Umum Robot

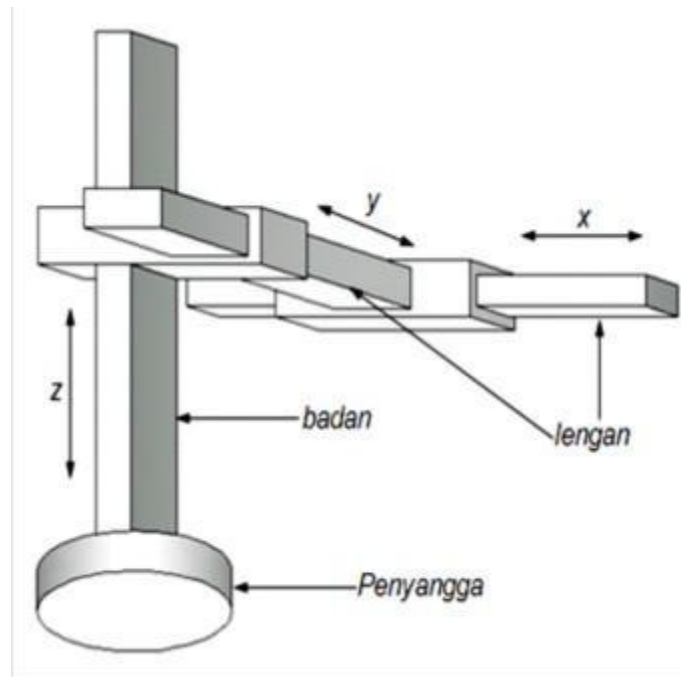
No.	Jenis Robot	Sumbu 1	Sumbu 2	Sumbu 3	Total Rotasi
1	<i>Cartesian</i>	P	P	P	0
2	<i>Cylindrical</i>	R	P	P	1
3	<i>Sperichal</i>	R	R	P	2
4	SCARA	R	R	P	2
5	<i>Articulated</i>	R	R	R	

P= *Prismatic joint* yaitu pergeseran sepanjang sumbu tertentu.

R= *Revolute joint* yaitu perputaran pada sumbu tertentu.

##### 1. Robot Cartesian

Struktur Robot ini terdiri dari tiga sumbu linier (*prismatic*). Masing-masing sumbu dapat bergerak ke area sumbu x-y-z. Keuntungan robot ini adalah pengontrolan posisi yang mudah dan mempunyai struktur yang lebih kokoh.

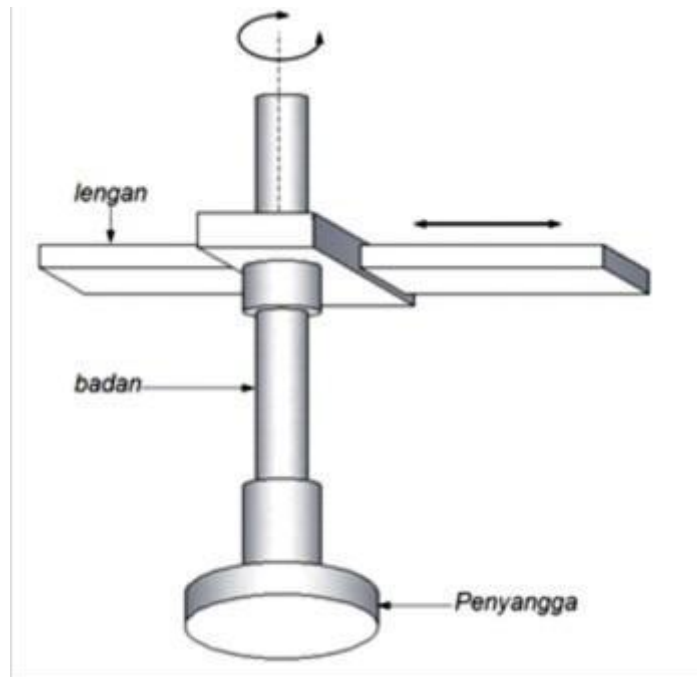


Gambar 2.2. Konfigurasi *Cartesian* (Pitowarno, 2007)

Pada Gambar 2.2. memperlihatkan manipulator berkonfigurasi *cartesian* dimana secara relatif adalah yang paling kokoh untuk tugas mengangkat beban yang berat. Struktur ini banyak dipakai secara permanen pada instalasi pabrik baik untuk mengangkat dan memindah barang-barang produksi maupun untuk mengangkat peralatan-peralatan berat pabrik ketika melakukan kegiatan instalasi.

## 2. Robot Silindris

Struktur dasar dari robot silindris adalah terdiri dari *Horizontal Arm* dan *Vertical Arm* yang dapat berputar pada *basel* landasannya sesuai Gambar 2.3. Jika dibandingkan dengan robot *cartesian*, robot silindris mempunyai kecepatan gerak lebih tinggi dari *end effectornya*, tapi kecepatan tersebut tergantung momen inersia dari beban yang dibawanya.

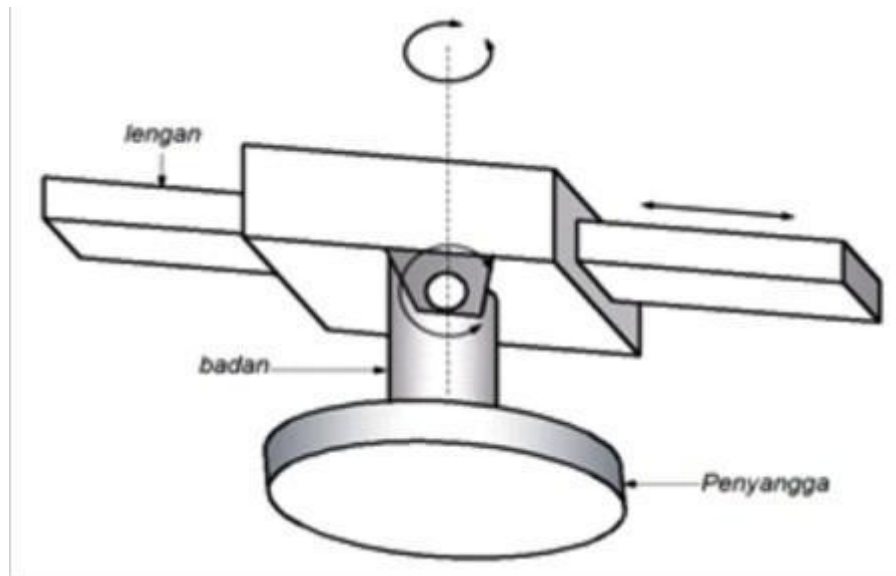


Gambar 2.3 Konfigurasi Silinder (Pitowarno, 2007)

Konfigurasi silinder mempunyai kemampuan jangkauan berbentuk ruang silinder yang lebih baik, meskipun sudut ujung lengan terhadap garis penyangga tetap. Konfigurasi ini banyak diadopsi untuk sistem *gantry* atau *crane* karena strukturnya yang kokoh untuk tugas mengangkat beban.

### 3. Robot *Spherical/Polar*

Konfigurasi struktur robot ini mirip dengan sebuah *tank* dimana terdiri atas *Rotary Base*, *Elevated Pivot*, dan *Telescopic Arm* sesuai Gambar 2.4. Keuntungan dari robot jenis ini adalah fleksibilitas mekanik yang lebih baik.

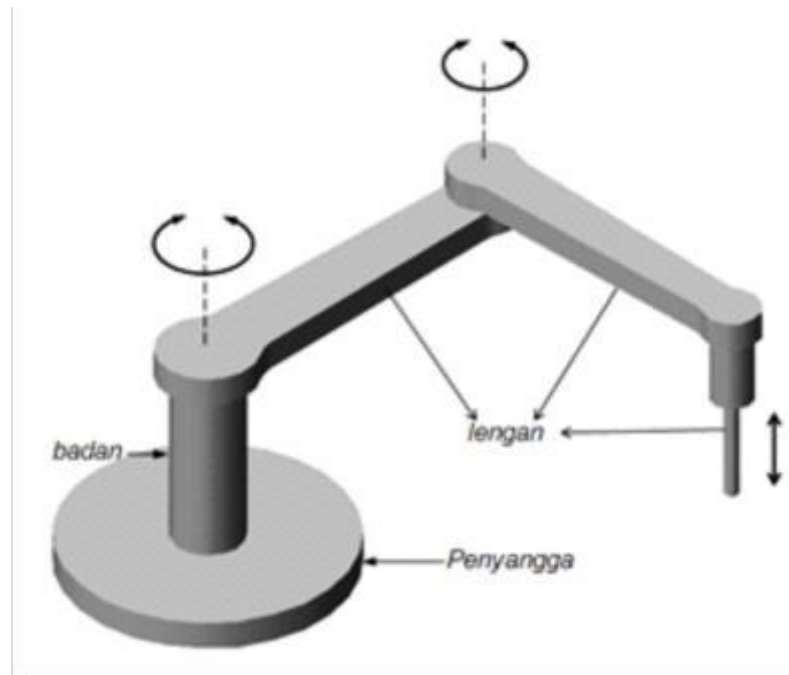


Gambar 2.4 Konfigurasi Polar (Pitowarno, 2007).

Pada Gambar 2.4. terlihat konfigurasi polar dimana badan dapat berputar ke kiri atau kanan. Sendi pada badan dapat mengangkat atau menurunkan pangkal lengan secara polar. Lengan ujung dapat digerakkan maju-mundur secara translasi.

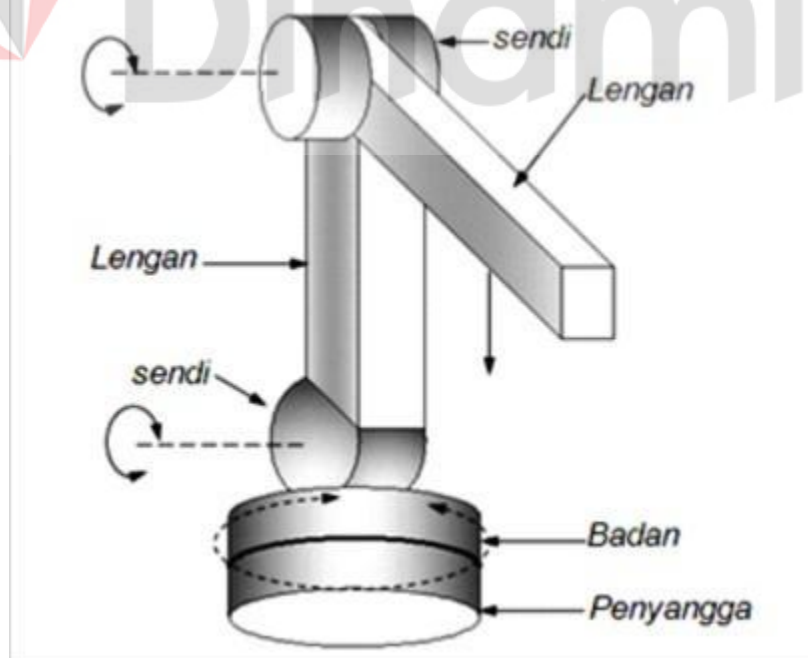
#### 4. Robot SCARA (*Selective Compliance Assembly Robot Arm*)

Robot *Assembly* bisa didesain menurut koordinat *cartesian*, *silindris* maupun *spheris*. Pada beberapa aplikasi hanya membutuhkan sumbu gerak vertikal, misalnya robot *assembly* yang memasang komponen pada PCB. Robot ini mempunyai lengan dengan dua artikulasi, sedangkan *wrist* mempunyai gerakan linier dan *rolling*. Struktur robot *assembly* dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Struktur Robot SCARA (Pitowarno, 2007).

## 5. Robot Artikulasi / Konfigurasi Sendi Lengan



Gambar 2.6 Konfigurasi Sendi-Lengan (Pitowarno, 2007).

Robot ini terdiri dari tiga lengan yang dihubungkan dengan dua *Revolute Joint*. *Elbow Joint* menghubungkan *Force Arm* dengan *Upper Arm*. *Shoulder Joint* menghubungkan *Upper Arm* dengan *Base*. Struktur robot artikulasi ini dapat dilihat pada Gambar 2.6. Konfigurasi ini yang paling populer untuk melaksanakan fungsi layaknya pekerja pabrik seperti mengangkat barang, mengelas, memasang komponen mur dan baut, dan sebagainya. Struktur lengan – sendi cocok digunakan untuk menjangkau daerah kerja yang sempit dengan sudut jangkauan yang beragam.

### 2.2.2 End Effector Robot

Kemampuan robot juga tergantung pada piranti yang dipasang pada lengan robot. Piranti ini biasanya dikenal dengan *end effector*. *End effector* ada dua jenis yaitu Pencengkram (*gripper*) yang digunakan untuk memegang dan menahan obyek, peralatan (*tool*) yang digunakan untuk melakukan operasi tertentu pada suatu obyek. Contohnya: bor, penyemprot cat, gerinda, las dan sebagainya.

### 2.2.3 Sistem Penggerak Robot

Penggerak diperlukan oleh robot agar robot mampu bergerak atau berpindah posisinya serta mampu mengangkat beban pada *end effectornya*. Macam–macam penggerak yang biasa digunakan adalah penggerak hidrolik (berbasis bahan cair seperti oli), penggerak pneumatik (perangkat kompresi berbasis udara atau gas nitrogen) dan penggerak elektrik (motor servo, motor DC dan motor stepper).

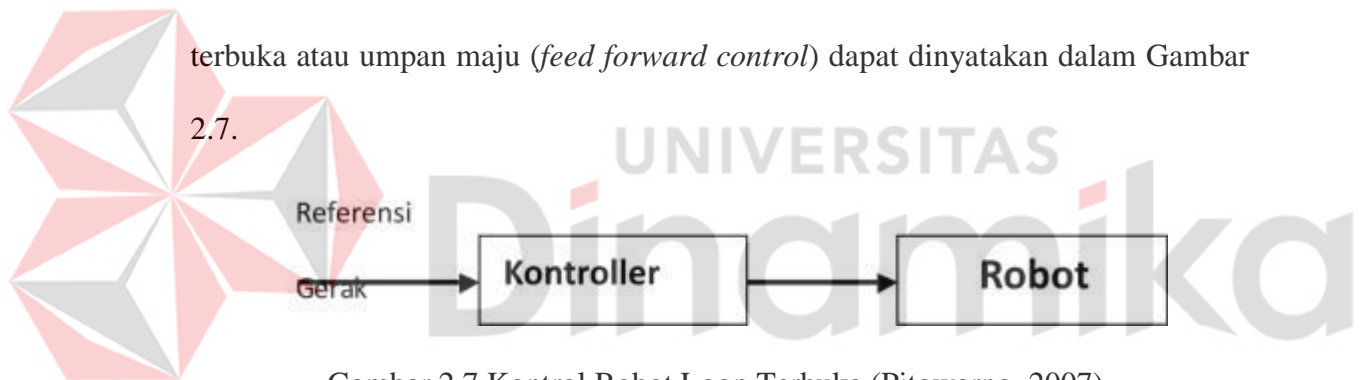


### 2.2.4 Sensor

Adalah perangkat atau komponen yang bertugas mendeteksi (hasil) gerakan atau fenomena lingkungan yang diperlukan oleh sistem kontroler. Dapat dibuat dari sistem yang paling sederhana seperti sensor ON/OFF menggunakan limit switch, sistem analog, sistem bus paralel, sistem bus serial, hingga sistem mata kamera.

### 2.2.5 Kontroler

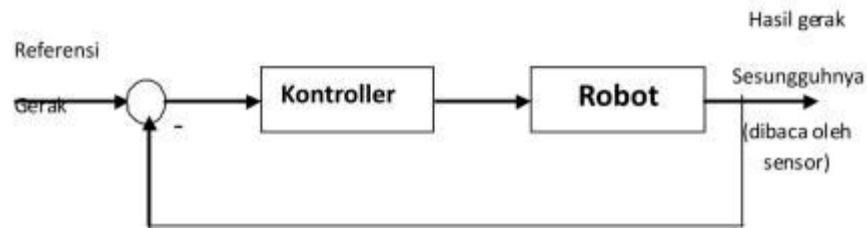
Dalam kontrol robotik pada dasarnya terbagi dua kelompok, yaitu sistem kontrol loop terbuka (*open loop*) dan loop tertutup (*close loop*). Diagram loop terbuka atau umpan maju (*feed forward control*) dapat dinyatakan dalam Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Kontrol Robot Loop Terbuka (Pitowarno, 2007).

Kontrol loop terbuka atau umpan maju (*feedforward control*) dapat dinyatakan sebagai sistem kontrol yang outputnya tidak diperhitungkan ulang oleh kontroler. Keadaan apakah robot telah benar-benar mencapai target seperti yang dikehendaki sesuai referensi, adalah tidak mempengaruhi kerja kontroler.

Kontrol robot loop tertutup dapat dinyatakan seperti Gambar 2.8.:



Gambar 2.8 Kontrol Robot Loop Tertutup (Pitowarno, 2007).

Pada Gambar 2.8., jika hasil gerak aktual telah sama dengan referensi maka input kontroler akan sama dengan nol. Artinya kontroler tidak lagi memberikan sinyal aktuasi kepada robot karena target akhir perintah gerak telah diperoleh. Makin kecil *error* yang dihitung maka makin kecil pula sinyal pengemudian kontroler terhadap robot, sampai pada akhirnya mencapai kondisi tenang (*steady state*).

Rangka lengan robot sangat mempengaruhi dalam performa kerja robot tersebut. Rangka lengan robot dapat dibuat dari berbagai macam bahan, seperti besi, baja, kayu, aluminium, atau akrilik. Rangka lengan robot dibuat berkaitan dengan seberat apakah benda yang akan diangkat oleh lengan robot tersebut dan di lingkungan manakah lengan robot tersebut akan diterapkan. Begitu juga dengan penggerak lengan robot, yang juga berkaitan dengan hal-hal yang sama dengan rangka lengan robot.

### 2.3 Arduino

Arduino adalah pengendali mikro *single-board* yang bersifat *open-source*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang.

Hardware yang digunakan memiliki prosesor Atmel AVR dan softwarena memiliki bahasa pemrograman sendiri.

Arduino juga merupakan platform hardware terbuka yang ditujukan kepada siapa saja yang ingin membuat purwarupa peralatan elektronik interaktif berdasarkan *hardware* dan *software* yang fleksibel dan mudah digunakan. Mikrokontroler diprogram menggunakan bahasa pemrograman arduino yang memiliki kemiripan *syntax* dengan bahasa pemrograman C. Karena sifatnya yang terbuka maka siapa saja dapat mengunduh skema *hardware* arduino dan membangunnya.

Arduino menggunakan keluarga mikrokontroler ATMega yang dirilis oleh Atmel sebagai basis, namun ada individu/perusahaan yang membuat *clone* arduino dengan menggunakan mikrokontroler lain dan tetap kompatibel dengan arduino pada level *hardware*. Untuk fleksibilitas, program dimasukkan melalui *bootloader* meskipun ada opsi untuk *bypass bootloader* dan menggunakan *downloader* untuk memprogram mikrokontroler secara langsung melalui *port ISP* (Djuandi, 2011).

### 2.3.1 Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 adalah papan pengembangan mikrokontroller yang berbasis Arduino dengan menggunakan *chip* ATmega2560. Board ini memiliki pin I/O yang cukup banyak, sejumlah 54 buah digital I/O pin (15 pin diantaranya adalah PWM), 16 pin analog input, 4 pin UART (*serial port hardware*). Arduino Mega 2560 dilengkapi dengan sebuah *oscillator* 16 Mhz, sebuah *port* USB, *power jack* DC, *ICSP header*, dan tombol reset. *Board* ini sudah sangat lengkap, sudah

memiliki segala sesuatu yang dibutuhkan untuk sebuah mikrokontroler. Dengan penggunaan yang cukup sederhana, Arduino Mega mendapatkan power dengan menghubungkan USB ke PC atau melalui adaptor AC/DC ke *jack* DC.



Gambar 2.9 Arduino MEGA Board (www.arduino.cc)

Arduino Mega 2560 berbeda dari semua *board* sebelumnya, tidak menggunakan *chip driver* FTDI *USB-to-serial*. Sebaliknya, fitur ATmega16U2 (ATmega8U2 dalam revisi 1 dan revisi 2 papan) diprogram sebagai konverter *USB-to-serial*.

Revisi 2 Arduino Mega 2560 memiliki resistor menarik garis 8U2 HWB ke tanah, sehingga lebih mudah untuk dimasukkan ke dalam mode DFU.

Revisi 3 dari Arduino Mega 2560 memiliki fitur-fitur baru berikut:

- 1,0 *pinout* : menambahkan SDA dan pin SCL yang dekat dengan pin AREF dan dua pin baru lainnya ditempatkan dekat dengan pin RESET, pin IOREF yang memungkinkan *shield* untuk beradaptasi dengan tegangan yang tersedia dari papan. Di masa depan, *shield* akan kompatibel baik dengan yang menggunakan AVR yang beroperasi dengan 5V dan dengan Arduino Due

yang beroperasi dengan 3.3V. Yang kedua adalah pin tidak terhubung, yang disediakan untuk tujuan masa depan.

- RESET sirkuit yang lebih kuat.
- Atmega 16U2 menggantikan 8U2.

### 2.3.2 Spesifikasi Arduino Mega 2560

Tabel 2.2 Spesifikasi Arduino Mega 2560

Mikrokontroler	Atmega2560
Tegangan pengoperasian	5V
Tegangan input yang disarankan	7-12V
Batas tegangan input	6-20V
Jumlah pin I/O digital	54 (12 di antaranya menyediakan keluaran PWM)
Jumlah pin input analog	16
Arus DC tiap pin I/O	20 Ma
Arus DC untuk pin 3.3V	50 Ma
Memori Flash	256 KB (Atmega2560), sekitar 8 KB digunakan oleh <i>bootloader</i>
SRAM	8 KB (Atmega2560)
EEPROM	4 KB (Atmega2560)
<i>Clock Speed</i>	16 MHz

## 2.4 Radio Frequency Identification (RFID)

*Radio Frequency identification* (RFID) adalah proses identifikasi suatu objek dengan menggunakan frekuensi transmisi radio. Frekuensi radio digunakan untuk membaca informasi dari sebuah *device* kecil yang disebut RFID tag atau *transponder* (*transmitter responder*). RFID tag akan mengenali diri sendiri ketika mendeteksi sinyal dari *device* yang kompatibel, yaitu RFID *reader* (Ahson & Ilyas, 2017). Berikut adalah perbandingan RFID yang digunakan oleh penulis dan

teknologi *Barcode* yang sekarang ini digunakan di mayoritas perusahaan jasa pengiriman barang.

Tabel 2.3 Perbandingan RFID dan barcode

	Barcode	RFID
Kondisi baca	<i>Line of sight (LOS)</i>	<i>Non-loss</i>
Posisi baca	Vertikal atau horizontal dengan toleransi tertentu	Bebas, segala kondisi memenuhi
Kecepatan baca	<i>Relative (2-5 detik)</i>	<100 milidetik per item
Jarak baca maksimum	$\pm 7\text{cm}$	$\pm 30\text{cm}$ (pendek), $\pm 3\text{m}$ (menengah), $\pm 10\text{m}$ (jauh)
Kapasitas memori	Kecil	Hingga 64KB atau lebih
Proses pembacaan	Pemrosesan satu per satu	Banyak barang per proses
Kondisi buruk (debu, air)	Merusak label barcode, pembaca error	Tidak berpengaruh
Kemudahan duplikasi	Mudah	Hampir mustahil
Kemampuan	<i>Read only</i>	<i>Read and Write</i>

Pada Tabel 2.3. RFID lebih *reliable* dalam proses pembacaan karena dalam proses pembacaan bebas dengan segala kondisi. Dalam hal ini barang tidak perlu membuat *design box* untuk tempat RFID agar dapat terbaca. RFID lebih tahan terhadap kondisi seperti kotoran kimiawi debu dan lainnya dalam pembacaannya. Ukuran sangat kecil (untuk jenis pasif RFID) sehingga mudah ditanamkan dimana–mana.

#### 2.4.1 TAG dan Reader RFID

*Reader* RFID adalah *device* yang dibuat dari rangkaian elektronika tersusun menjadi sel-sel. Beberapa sel menyimpan data *read only*, misalnya *serial number* yang unik yang disimpan pada saat tag tersebut diproduksi. Sel lain pada RFID mungkin juga dapat ditulis dan dibaca secara berulang. Kontak antara ID

tag dengan *readernya* dilakukan dengan pengiriman gelombang elektromagnetik. Keunggulan utama RFID adalah pada aspek efisiensi dan kenyamanan dapat diuraikan sebagai berikut:

- RFID tag mampu diidentifikasi secara bersamaan, tanpa harus berada dalam jarak dekat.
- RFID tag mampu diidentifikasi menembus berbagai objek seperti kertas, plastic dan kayu (*wireless data capture*) dalam jarak  $\pm 30$  cm

Berdasarkan cara daya tag, RFID dapat digolongkan menjadi:

**Tag aktif:** yaitu tag yang daya diperoleh dari baterai, sehingga akan mengurangi daya yang diperlukan oleh pembaca RFID dan tag dapat mengirimkan informasi dalam jarak yang lebih jauh. Kelemahan dari tipe tag ini adalah harga yang mahal dan ukurannya yang lebih besar karena lebih rumit. Semakin banyak fungsi yang dapat dilakukan oleh RFID tag maka rangkaian akan semakin rumit dan ukuran akan semakin besar.

**Tag pasif:** yaitu tag yang daya diperoleh dari medan yang dihasilkan oleh pembaca RFID rangkaiannya lebih sederhana, harganya jauh lebih murah, ukurannya lebih kecil, dan lebih ringan. Kelemahannya adalah tag hanya dapat mengirimkan informasi dalam jarak yang dekat dan pembaca RFID harus menyediakan daya tambahan untuk RFID tag.

Pada sistem RFID biasanya tag atau *transponder* ditempelkan pada suatu objek. Setiap tag dapat membawa informasi yang unik, diantaranya, serial number, model, warna, tempat perakitan, dan data lain. Dalam pembuatan sistem ini yang hanya merupakan *prototipe* RFID tag yang digunakan adalah RFID tag dengan tipe kartu. Tetapi jika digunakan sebagai sistem pemilahan yang nyata dari

prototipe ini, alangkah baiknya menggunakan RFID tag dengan tipe stiker dan RFID tag pasif yang memiliki jarak pengiriman informasi yang lebih jauh. RFID tag atau *transponder* dan *reader* seperti pada gambar 2.10 yang akan ditempelkan pada suatu objek.



Gambar 2.10 MFRC522 RFID Reader dan Tag. (www.instructables.com)

#### 2.4.2 Jenis-jenis Frekuensi Yang Digunakan RFID

Faktor penting yang harus diperhatikan dalam RFID adalah frekuensi kerja dari sistem RFID adalah frekuensi yang digunakan untuk komunikasi *wireless* antara *reader* RFID dengan RFID tag. Ada beberapa band frekuensi yang digunakan untuk sistem RFID pemilihan dari frekuensi kerja sistem sistem RFID akan mempengaruhi jarak komunikasi, interferensi dengan frekuensi sistem radio lain, kecepatan komunikasi data dan ukuran antena untuk frekuensi yang rendah umumnya digunakan tag pasif frekuensi kerjanya berkisar antara 13,56 MHz, dan untuk frekuensi tinggi digunakan tag aktif frekuensi kerja dari tag pasif berkisar antara 125KHz-145KHz. (Ahson & Ilyas, 2017)

Pada frekuensi rendah, tag pasif tidak dapat mentransmisikan data dengan jarak yang jauh dikarenakan keterbatasan daya yang diperoleh dari medan



elektromagnetik, akan tetapi komunikasi tetap dapat dilakukan tanpa kontak langsung hal yang perlu mendapatkan perhatian adalah tag pasif tidak dihalangi oleh objek logam.

Pada frekuensi tinggi, jarak komunikasi antara tag aktif dengan RFID *reader* dapat lebih jauh, tetapi masih terbatas oleh daya yang ada sinyal elektromagnetik pada frekuensi tinggi juga mendapatkan pelemahan (atenuasi) ketika tag tertutupi oleh es atau air. Pada kondisi terburuk, tag yang tertutup oleh logam tidak terdeteksi oleh pembaca RFID.

### 2.4.3 Regulasi dan Standarisasi RFID

Sampai saat ini belum ada lembaga atau badan dunia yang mengatur mengenai penggunaan frekuensi pada RFID, setiap negara dapat membuat peraturan sendiri mengenai hal ini. Badan-badan utama yang tugasnya memberi alokasi frekuensi untuk RFID adalah sebagai berikut

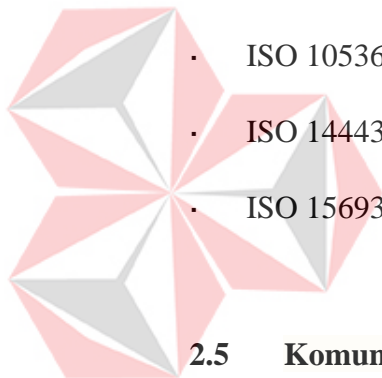
- Amerika Serikat : *Federal Communication Commission (FCC)*
- Kanada : *Department Of Communication (DOC)*
- Eropa : *ERO, CEPT dan ETSI*
- Jepang : *Ministry of Public Management, Home affairs, Post and Telecommunication (MPHPT)*
- China : *Ministry of information industry*
- Australia : *Australian communication authority*
- New zealand : *Ministry of economic Development*

Frekuensi rendah (125 – 134 KHz dan 140 – 148.5 KHz) dan frekuensi tinggi (13.56 MHz) dari RFID tag dapat digunakan secara global tanpa lisensi. Frekuensi ultra tinggi (UHF 868 MHz – 928 MHz), tidak boleh digunakan secara global karena belum ada standar global yang mengaturnya. Regulasi juga ada pada sisi kesehatan dan isu lingkungan. Sebagai contoh, di eropa, regulasi dari *waste electrical* dan *electronic equipment* menyatakan bahwa RFID tag tidak boleh dibuang. Hal tersebut berarti bahwa jika suatu kemasan kosong mau dibuang, maka RFID tag-nya harus dilepas terlebih dahulu. (Ahson & Ilyas, 2017)

Berikut beberapa standar yang dibuat dan mengandung seputar teknologi

RFID, yaitu:

- ISO 10536
- ISO 14443
- ISO 15693



UNIVERSITAS  
Dinamika

## 2.5 Komunikasi Data Serial

Komunikasi serial adalah komunikasi yang pengiriman datanya per-bit secara berurutan dan bergantian. Komunikasi ini mempunyai suatu kelebihan yaitu hanya membutuhkan satu jalur dan kabel yang sedikit dibandingkan dengan komunikasi paralel. Pada prinsipnya komunikasi serial merupakan komunikasi dimana pengiriman data dilakukan per bit sehingga lebih lambat dibandingkan komunikasi paralel, atau dengan kata lain komunikasi serial merupakan salah satu metode komunikasi data di mana hanya satu bit data yang dikirimkan melalui seuntai kabel pada suatu waktu tertentu. Pada dasarnya komunikasi serial adalah kasus khusus komunikasi paralel dengan nilai  $n = 1$ , atau dengan kata lain adalah

suatu bentuk komunikasi paralel dengan jumlah kabel hanya satu dan hanya mengirimkan satu bit data secara simultan. Hal ini dapat disandingkan dengan komunikasi paralel yang sesungguhnya di mana n-bit data dikirimkan bersamaan, dengan nilai umumnya  $8 \leq n \leq 128$  (Wardana, 2015).

Komunikasi serial ada dua macam, *asynchronous* serial dan *synchronous* serial. *Synchronous* serial adalah komunikasi dimana hanya ada satu pihak (pengirim atau penerima) yang menghasilkan clock dan mengirimkan *clock* tersebut bersama – sama dengan data. Contoh penggunaan *synchronous* serial terdapat pada transmisi data keyboard. *Asynchronous* serial adalah komunikasi dimana kedua pihak (pengirim dan penerima) masing–masing menghasilkan *clock* namun hanya data yang ditransmisikan. Agar data yang dikirim sama dengan data yang diterima, maka kedua frekuensi *clock* harus sama dan harus terdapat sinkronisasi. Setelah adanya sinkronisasi, pengirim akan mengirimkan datanya sesuai dengan frekuensi *clock* pengirim dan penerima akan membaca data sesuai dengan frekuensi *clock* penerima. Contoh penggunaan *asynchronous* serial adalah pada *Universal Asynchronous Receiver Transmitter* (UART) yang digunakan pada serial port (COM) komputer.

### 2.5.1 Dasar Komunikasi Serial

Hal yang paling penting dalam menghubungkan dua perangkat melalui komunikasi serial adalah memastikan bahwa kedua perangkat berkomunikasi dengan konfigurasi yang sama. Terdapat beberapa parameter yang digunakan untuk membangun komunikasi secara serial, diantaranya adalah *baud rate*, paket data, *parity bit*, dan *synchronization bit*.

## 1. *Baud Rate*

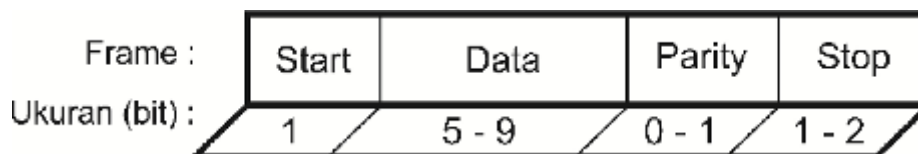
*Baud rate* mengindikasikan seberapa cepat data dikirim melalui komunikasi serial. *Baud rate* biasanya diberi satuan bit-per-second (bps). Bit per detik ini mengartikan bahwa berapa bit data dapat ditransfer setiap detiknya. Jika nilai bps ini diinverskan, akan dapat diperoleh keterangan berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk mengirim 1 bit. Nilai baud rate dapat diatur dengan menggunakan standar kecepatan yang disediakan, diantaranya 1.200, 2.400, 4.800, 9600, 19.200, 38.400, 57.600, dan 115.200 bps. Salah satu kecepatan yang paling umum digunakan adalah 9.600 bps. Ini adalah nilai yang mana kecepatan komunikasi bukanlah suatu hal yang kritis untuk dipertimbangkan.

Sebagai contoh, jika ingin mengetahui nilai dari sensor suhu. Memperoleh data suhu dari suatu sensor tidaklah memerlukan kecepatan komunikasi yang terlalu cepat. Untuk mengurangi error, gunakanlah kecepatan standar 9.600 bps. Semakin besar nilai baud rate, semakin tinggi kecepatan transfer. Namun demikian, karena komunikasi yang melibatkan sinyal elektrik dan proses sinkronisasi data sangat rentan dengan error dan derau, maka disarankan untuk tidak melebihi kecepatan 115.200 bps untuk komunikasi pada Arduino.

## 2. *Framing Data*

Framing data adalah bagaimana suatu rangkaian bit disusun untuk dikirim melalui suatu sistem komunikasi serial. Data yang dikirim melalui komunikasi serial adalah 5 sampai 9-bit. Pada Arduino, data berukuran sebesar 8-bit (1-byte). Urutan pengiriman data mengikuti suatu endian tertentu, bisa *most-significant-bit* (msb) terlebih dahulu atau sebaliknya *least-*

*significant-bit* (lsb). Secara standar, *least-significant-bit* akan dikirim terlebih dahulu.



Gambar 2.11 *Serial Frame* (Wardana, 2015)

*Start* dan *Stop* bit dikenal sebagai *synchronization* bit. *Start* dan *Stop* bit bisa berukuran 2 atau 3-bit. Sesuai dengan namanya, bit – bit ini akan mengawali dan mengakhiri paket data. *Start* bit selalu berukuran 1-bit, sedangkan *Stop* bit bisa 1 atau 2-bit. Posisi *idle* pada komunikasi serial memiliki nilai 1. *Start* bit diindikasikan dengan adanya transisi dari keadaan *idle*, yaitu dari 1 ke 0, sedangkan *stop* bit adalah transisi kembali ke keadaan *idle* (dari 0 ke 1).

*Bit Parity* bersifat opsional dan dapat tidak dipergunakan. *Parity* bit berguna untuk data transfer yang dipengaruhi oleh derau (noise). Namun demikian, penggunaan *bit parity* dapat memperlambat kecepatan berkomunikasi. Penggunaan *bit parity* juga memerlukan sinkronisasi antara *transmitter* dengan *receiver*. Jika tidak, kemungkinan kesalahan dalam interpretasi data sangatlah besar.

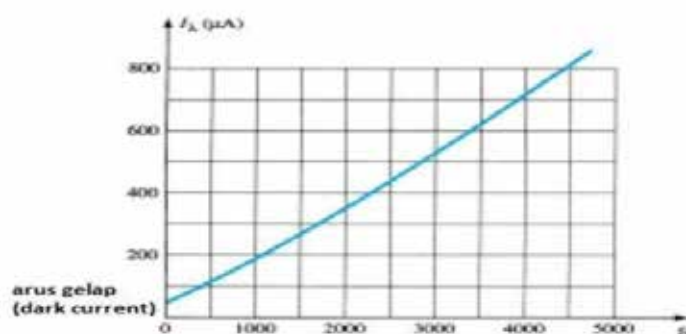
## 2.6 Sensor

Secara umum sensor didefinisikan sebagai alat yang mampu menangkap fenomena fisika atau kimia kemudian mengubahnya menjadi sinyal elektrik baik arus listrik ataupun tegangan. Fenomena fisik yang mampu menstimulus sensor

untuk menghasilkan sinyal elektrik meliputi temperatur, tekanan, gaya, medan magnet cahaya, pergerakan dan sebagainya. Sensor adalah komponen yang digunakan untuk mendeteksi suatu besaran fisik menjadi besaran listrik sehingga dapat dianalisis dengan rangkaian listrik tentu. Hampir seluruh peralatan elektronik yang ada mempunyai sensor didalamnya. Pada saat ini, sensor tersebut telah dibuat dengan ukuran sangat kecil. Ukuran yang sangat kecil ini sangat memudahkan pemakaian dan menghemat energi (Suyadhi, 2011).

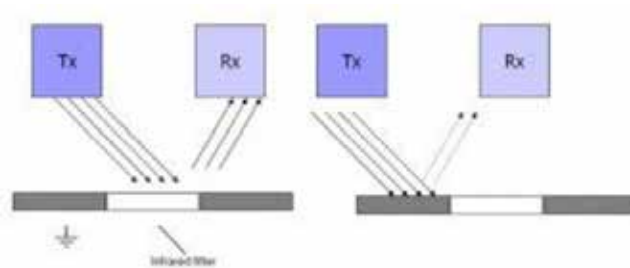
### 2.6.1 Sensor *InfraRed Proximity / Obstacle Detector*

Sensor *proximity* adalah sensor untuk mendeteksi ada atau tidaknya suatu obyek. Dalam dunia robotika, sensor *proximity* seringkali digunakan untuk mendeteksi ada atau tidaknya suatu garis pembimbing gerak robot atau dikenal dengan istilah “*Line Follower Robot*” atau “*Line Tracer Robot*”, juga biasa digunakan untuk mendeteksi penghalang berupa dinding atau penghalang lain pada Robot Avoider. Jenis sensor *proximity* ini ada beberapa macam, seperti *ultrasonic proximity*, *proximity* (infra merah), *camera* dan lain sebagainya.



Gambar 2.12 Hubungan Intensitas Cahaya Dengan Arus Photodiode (Suyadhi, 2011).

Sensor *proximity* yang digunakan untuk *robot line follower* dibuat menggunakan infrared dan photodiode. Jika sensor berada diatas garis hitam maka photodiode akan menerima sedikit cahaya pantulan. Tetapi jika sensor berada diatas garis putih maka photodiode akan menerima banyak cahaya pantulan, hal ini dapat dilihat pada gambar 2.12. sifat dari photodiode adalah jika semakin banyak cahaya yang diterima, maka nilai resistansi diodanya semakin kecil.



Gambar 2.13 Prinsip Kerja *Proximity* Sensor (Suyadhi, 2011).

Sehingga seperti pada gambar 2.13. bila sensor berada di atas garis putih maka cahaya infrared akan memantul pada garis dan diterima oleh photodiode kemudian photodiode menjadi on sehingga tegangan output akan mendekati 0 volt. Sebaliknya jika sensor berada di atas garis hitam yang berarti tidak terdapat pantulan cahaya maka photodiode tidak mendapat arus bias sehingga menjadi off, dengan demikian tegangan output sama dengan tegangan induk (Vcc).



Gambar 2.14 *InfraRed Obstacle Avoidance (Proximity) Sensor* ([www.circuits4you.com](http://www.circuits4you.com))

## 2.7 Motor

### 2.7.1 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.

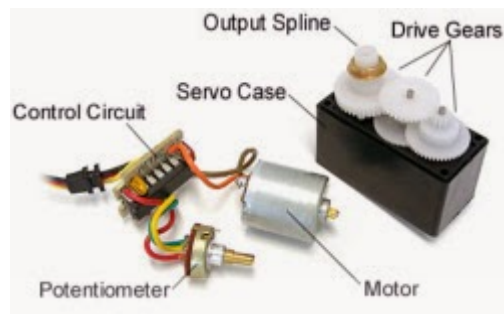
Penggunaan sistem kontrol *loop* tertutup pada motor servo berguna untuk mengontrol gerakan dan posisi akhir dari poros motor servo. Maksudnya adalah posisi poros *output* akan di sensor untuk mengetahui posisi poros sudah tepat seperti yang di inginkan atau belum, dan jika belum, maka kontrol *input* akan mengirim sinyal kendali untuk membuat posisi poros tersebut tepat pada posisi yang diinginkan. Contoh sederhana mengenai sistem kontrol *loop* tertutup terdapat pada beberapa aplikasi lain seperti penyetelan suhu pada AC, kulkas, setrika dan lain sebagainya.

Motor servo biasa digunakan dalam aplikasi-aplikasi di industri, selain itu juga digunakan dalam berbagai aplikasi lain seperti pada mobil mainan radio kontrol, robot, pesawat, dan lain sebagainya. Contoh dan bagian dari motor servo seperti pada gambar 2.15. dan 2.16.





Gambar 2.15 Motor Servo (www.zonaelektro.net).



Gambar 2.16 Komponen Motor Servo (www.zonaelektro.net).

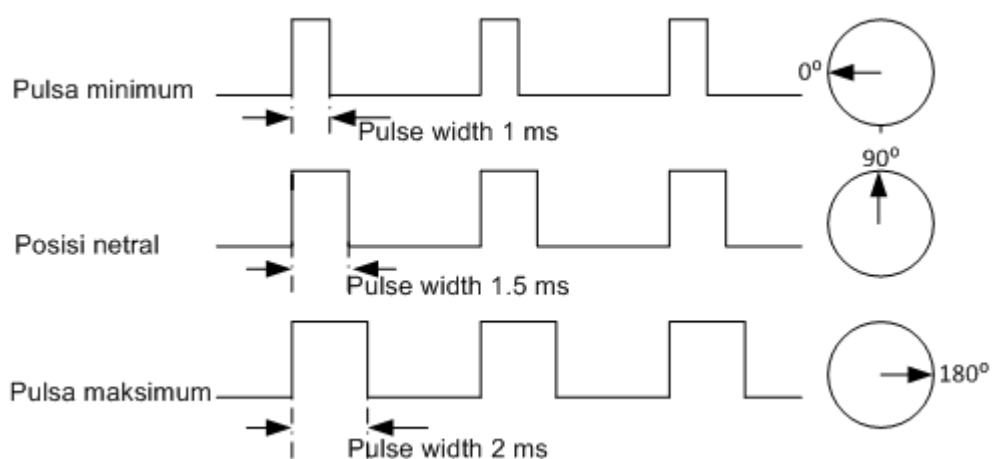
Ada dua jenis motor servo, yaitu motor servo AC dan DC. Motor servo AC lebih dapat menangani arus yang tinggi atau beban berat, sehingga sering diaplikasikan pada mesin-mesin industri. Sedangkan motor servo DC biasanya lebih cocok untuk digunakan pada aplikasi-aplikasi yang lebih kecil. Dan bila dibedakan menurut rotasinya, umumnya terdapat dua jenis motor servo yang terdapat di pasaran, yaitu motor servo *rotation*  $180^{\circ}$  dan servo *rotation continuous* (Suyadhi, 2011).

- Motor servo *standard* (servo *rotation*  $180^{\circ}$ ) adalah jenis yang paling umum dari motor servo, dimana putaran poros outputnya terbatas hanya  $90^{\circ}$  kearah kanan dan  $90^{\circ}$  kearah kiri. Dengan kata lain total putarannya hanya setengah lingkaran atau  $180^{\circ}$ .

- Motor servo *rotation continuous* merupakan jenis motor servo yang sebenarnya sama dengan jenis servo *standard*, hanya saja perputaran porosnya tanpa batasan atau dengan kata lain dapat berputar terus, baik ke arah kanan maupun kiri.

### 2.7.2 Prinsip Kerja Motor Servo

Motor servo dikendalikan dengan memberikan sinyal modulasi lebar pulsa (*Pulse Wide Modulation / PWM*) melalui kabel kontrol. Lebar pulsa sinyal kontrol yang diberikan akan menentukan posisi sudut putaran dari poros motor servo. Sebagai contoh, lebar pulsa dengan waktu 1,5 ms (mili detik) akan memutar poros motor servo ke posisi sudut  $90^{\circ}$ . Bila pulsa lebih pendek dari 1,5 ms maka akan berputar ke arah posisi  $0^{\circ}$  atau ke kiri (berlawanan dengan arah jarum jam), sedangkan bila pulsa yang diberikan lebih lama dari 1,5 ms maka poros motor servo akan berputar ke arah posisi  $180^{\circ}$  atau ke kanan (searah jarum jam). Pada gambar 2.17. akan lebih jelas cara kerja motor servo.



Gambar 2.17 Cara kerja Motor Servo (Suyadhi, 2011).

Ketika lebar pulsa kendali telah diberikan, maka poros motor servo akan bergerak atau berputar ke posisi yang telah diperintahkan, dan berhenti pada posisi tersebut dan akan tetap bertahan pada posisi tersebut. Jika ada kekuatan eksternal yang mencoba memutar atau mengubah posisi tersebut, maka motor servo akan mencoba menahan atau melawan dengan besarnya kekuatan torsi yang dimilikinya (rating torsi servo). Namun motor servo tidak akan mempertahankan posisinya untuk selamanya, sinyal lebar pulsa kendali harus diulang setiap 20 ms (mili detik) untuk menginstruksikan agar posisi poros motor servo tetap bertahan pada posisinya.



UNIVERSITAS  
Dinamika

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Rancangan Penelitian

Perancangan Tugas Akhir ini adalah untuk membuat sebuah lengan robot yang dapat membantu suatu perusahaan jasa ekspedisi dalam memilah paket barang. Robot ini bekerja sama dengan konveyor pemilah barang, sehingga paket barang akan melalui konveyor terlebih dahulu baru setelah itu lengan robot akan membantu dalam memilah paket barang itu lagi jika tujuan dari paket barang tersebut masuk kedalam kategori tujuan yang ada dalam jangkauan lengan robot.

Robot ini mampu memilah paket barang ketempat tujuan dari paket barang tersebut hanya dengan menempelkan *tag* RFID pada paket barang, ketika paket barang datang menuju RFID *reader* pada konveyor, tujuan dari paket barang tersebut akan terbaca dan diteruskan kepada lengan robot. Selanjutnya lengan robot akan mengangkat paket barang tersebut dan menemukannya kembali sesuai dengan tujuannya secara otomatis. Pada robot ini terdapat sensor *InfraRed Proximity/Obstacle Detector*. Sensor *InfraRed Proximity/Obstacle Detector* digunakan untuk penanda lengan robot agar dapat berhenti pada posisi awal dari lengan robot tersebut.

#### 3.2 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang dipakai dalam pengerjaan Tugas Akhir ini adalah:

## 1. Studi Literatur

Pada penelitian ini akan dilakukan perancangan perangkat keras dan perangkat lunak. Metode penelitian yang dilakukan antara lain: Pencarian data-data literatur untuk perangkat keras dari masing–masing komponen, informasi dari internet dan konsep teoritis dari buku–buku penunjang Tugas Akhir ini, serta materi–materi perkuliahan yang telah didapatkan dan perancangan perangkat lunak yaitu menggunakan Arduino IDE melalui pencarian dari internet, dan konsep–konsep teoritis dari buku–buku penunjang tersebut. Dari kedua bagian tersebut akan dipadukan agar dapat bekerja sama untuk menjalankan sistem dengan baik.

## 2. Tahap perancangan dan pengembangan sistem

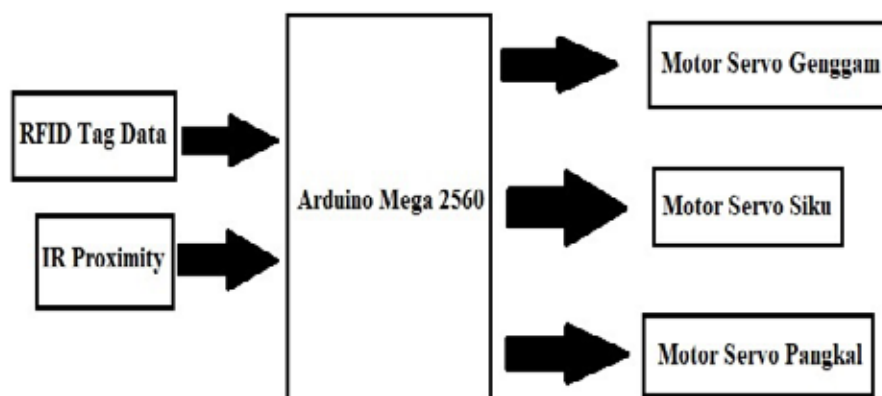
Dalam membuat pengembangan sistem, terdapat beberapa langkah rancangan sistem yang diambil antara lain:

- a. Membuat *flowchart* pada proses sistem secara keseluruhan.
- b. Melakukan perancangan perangkat keras yang meliputi:
  - 1) Merancang rangkaian elektronik yang digunakan pada penelitian ini.
  - 2) Melakukan percobaan tentang cara penggunaan sensor dan *device* yang digunakan pada penelitian ini.
  - 3) Merancang mekanik untuk lengan robot.
- c. Melakukan perancangan perangkat lunak yang meliputi:
  - 1) Membuat program agar mikrokontroller lengan robot dapat menerima dan membaca nilai yang dikirim oleh mikrokontroller konveyor.
  - 2) Membuat program pada Arduino Mega 2560 agar dapat menggerakkan lengan robot menggunakan motor-motor servo.

- 3) Membuat program pembacaan *InfraRed Proximity/Obstacle Detection* untuk penanda lengan robot agar dapat berhenti pada posisi awal dari lengan robot tersebut.

### 3.3 Model Perancangan

Proses dari penelitian lengan robot pemilah paket barang otomatis ini akan dijalankan apabila mendapat inputan nilai dari proses pada penelitian konveyor pemilah paket barang yang telah ada, karena *RFID reader* yang ada terletak pada konveyor pemilah paket barang. Ketika proses lengan robot mendapat inputan nilai dari proses konveyor yang telah ada, lengan robot akan secara otomatis dapat mengambil paket barang dan menemukannya sesuai dengan tujuan paket barang tersebut berdasarkan dari inputan nilai yang didapat dari *RFID tag* paket barang yang diidentifikasi oleh *RFID reader* pada konveyor pemilah barang yang telah ada. Berikut blok diagram dari keseluruhan sistem lengan robot pemilah paket barang otomatis seperti pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Blok Dari Keseluruhan Sistem

*RFID reader* yang ada pada sistem konveyor pemilah barang yang telah ada akan membaca *RFID tag* pada paket barang, jika tujuan dari paket barang tersebut

berada pada sistem lengan robot pemilah barang otomatis maka mikrokontroller dari sistem konveyor pemilah barang yang telah ada akan mengirimkan RFID Tag Data kepada mikrokontroller Arduino Mega 2560 di sistem lengan robot pemilah barang otomatis. Setelah instruksi diterima oleh Arduino Mega 2560, Arduino Mega 2560 akan memberikan perintah kepada Motor Servo Siku agar memutar bagian lengan pada posisi untuk mengambil paket barang.

Selanjutnya secara berurutan Arduino Mega 2560 akan memberikan perintah kepada Motor Servo Genggam untuk menggerakkan sisi-sisi dari capit penggenggam agar dapat mengambil paket barang. Selanjutnya secara berurutan Arduino Mega 2560 akan memberikan perintah kepada Motor Servo Siku agar memutar bagian lengan pada posisi untuk mengangkat paket barang dari tempat paket barang tersebut. Setelah itu secara berurutan lagi Arduino Mega 2560 akan memberikan perintah kepada Motor Servo Pangkal agar memutar lengan robot ke tempat tujuan dari paket barang yang diangkat tersebut sesuai dengan inputan nilai yang didapat dari RFID Tag Data.

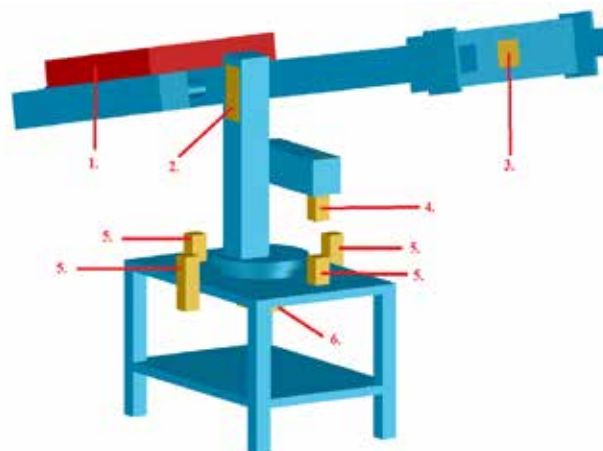
Ketika lengan robot sudah terputar sesuai dengan tujuan paket barang tersebut, Arduino Mega 2560 akan memberikan perintah kepada Motor Servo Siku agar memutar bagian lengan pada posisi untuk meletakkan paket barang. Selanjutnya secara berurutan Arduino Mega 2560 akan memberikan perintah kepada Motor Servo Genggam untuk menggerakkan sisi-sisi dari capit penggenggam agar dapat melepaskan paket barang. Setelah itu secara berurutan lagi Arduino Mega 2560 akan memberikan perintah kepada Motor Servo Siku agar memutar bagian lengan ke posisi semula.

Selanjutnya secara berurutan Arduino Mega 2560 akan memberikan perintah kepada Motor Servo Pangkal agar memutar lengan robot kembali kepada posisi awal untuk bersiap mengambil paket barang selanjutnya. Ketika lengan robot sudah terputar menuju posisi awal, IR *Proximity* yang telah dipasang pada posisi awal di tempat paket barang siap untuk diangkat akan memberikan inputan nilai ke Arduino Mega 2560 jika lengan robot telah kembali kepada posisi semula. Setelah itu Arduino Mega 2560 akan memberikan perintah kepada Motor Servo Pangkal untuk berhenti berputar tepat pada saat itu juga sehingga posisi lengan robot akan selalu tepat sesuai posisi paket barang.

### 3.4 Perancangan Mekanik Robot

Mekanik lengan robot yang di gunakan yaitu terbuat dari berbagai macam bahan antara lain aluminum, kayu, besi dan karet spon. Pembuatan mekanik lengan robot dengan ukuran 90cm x 25cm x 80cm telah di desain dan dirancang khusus untuk kepentingan penelitian sistem lengan robot pemilah barang otomatis ini.

Berikut merupakan desain lengan robot yang dibuat seperti pada Gambar 3.2, 3.3 dan 3.4.

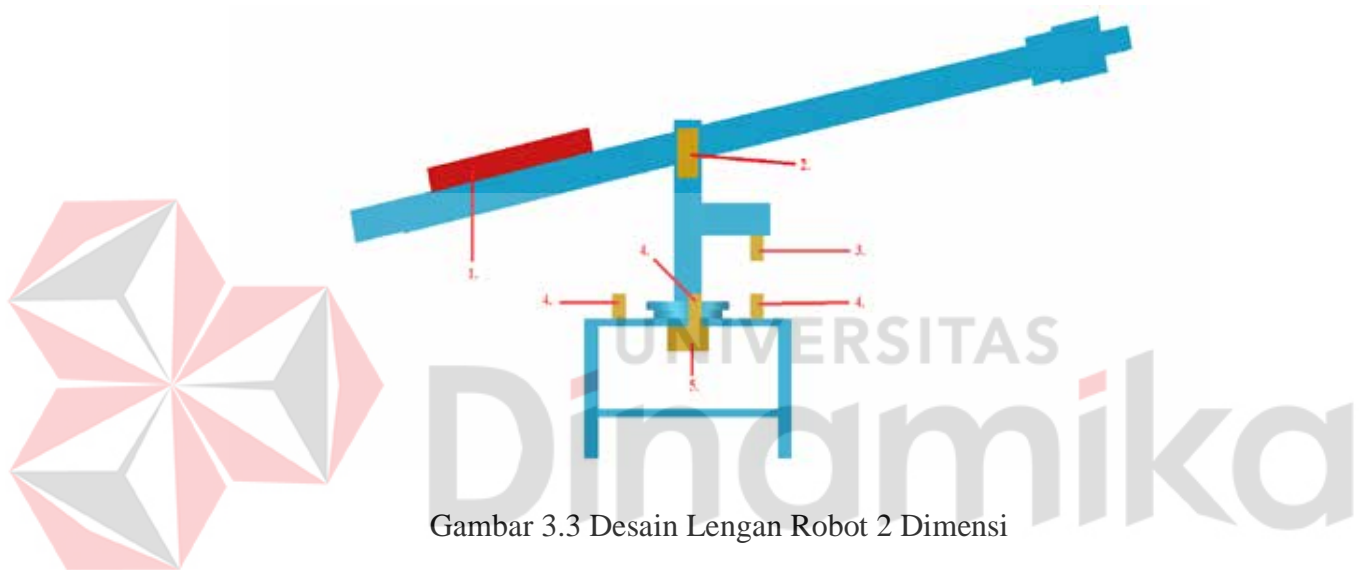


Gambar 3.2 Desain Lengan Robot 3 Dimensi



Keterangan pada Gambar 3.2 adalah sebagai berikut:

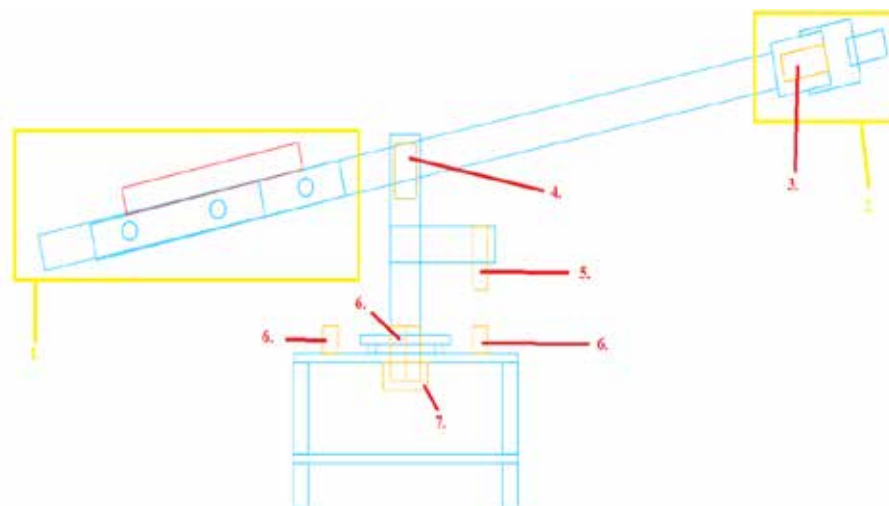
1. Beban pemberat.
2. Motor servo siku.
3. Motor servo genggam.
4. Sensor IR *Proximity*.
5. Penanda sensor IR *Proximity*.
6. Motor servo pangkal.



Gambar 3.3 Desain Lengan Robot 2 Dimensi

Keterangan pada Gambar 3.3 adalah sebagai berikut :

1. Beban pemberat.
2. Motor servo siku.
3. Sensor IR *Proximity*.
4. Penanda sensor IR *Proximity*.
5. Motor servo pangkal.



Gambar 3.4 Desain Rangka Lengan Robot 2 Dimensi

Keterangan pada Gambar 3.4. adalah sebagai berikut :

1. Bagian dari beban pemberat.
2. *End effector* lengan robot yang merupakan capit penggenggam.
3. Motor servo genggam.
4. Motor servo siku.
5. Sensor IR *Proximity*.
6. Penanda sensor IR *Proximity*.
7. Motor servo pangkal.

Desain dari lengan robot ini dibuat sedemikian rupa secara khusus dan spesifik hanya untuk dapat mencapai tujuan dari penelitian ini. Panjang lengan robot dari siku ke depan yang mencapai 50 cm dapat memberikan lengan robot jangkauan sejauh 5 cm di depan robot pada tingkat jangkauan ketinggian minimum lengan robot yaitu 25 cm. Jika pada tingkat jangkauan ketinggian optimal lengan robot yang juga merupakan ukuran ketinggian letak tempat paket barang dari sistem konveyor yang sudah ada yaitu 50 cm, jangkauan lengan robot dapat mencapai 25

cm di depan robot. Pada tingkat jangkauan ketinggian maksimum lengan robot yaitu 90 cm, jangkauan lengan robot dapat mencapai 10 cm di depan robot.

*End effector* dari lengan robot ini yang menggunakan capit penggenggam mempunyai ukuran panjang 15 cm dan lebar 30 cm. Jangkauan lebar maksimal dari capit ini sendiri dapat mencapai 20 cm, yang akan digunakan dalam penelitian ini untuk mencapit paket barang berbentuk kubus dengan ukuran maksimal 15 cm x 15 cm. Sedangkan jangkauan mencapit maksimal dari capit ini dapat mencapai 8 cm, dimana dalam penelitian ini akan digunakan paket barang berbentuk kubus dengan ukuran minimal 10 cm x 10 cm. Dalam mekanisme capit penggenggam untuk mengambil barang, lebar maksimal capit secara sengaja diletakkan lebih dari ukuran lebar paket barang yang akan diambil agar capit dapat secara lancar berada pada posisi di sisi samping paket barang dan merapat/mencapit paket barang.

Pelaksanaan dari penelitian ini adalah membuat lengan robot otomatis yang dapat mengambil paket barang dari sistem konveyor yang sudah ada pada letak ketinggian paket barang 50 cm dan meletakkan paket barang pada tempat dengan letak ketinggian 50 cm juga. Paket barang hanya berbentuk kubus dengan dimensi yang beragam, antara 10 cm x 10 cm dan 15 cm x 15 cm dan dipilah-pilah kedalam hanya tiga kategori pemilahan. Letak tempat kategori pemilahan paket barang sudah ditentukan secara tetap dan tidak dapat diubah-ubah yaitu pada sekitar sisi-sisi lengan robot, satu pada sisi samping kanan lengan robot, satu pada sisi samping kiri lengan robot dan satu lagi pada sisi belakang lengan robot. Dengan begitu jumlah seluruh tempat kategori pemilahan paket barang sebanyak tiga tempat. Lengan robot ini dibuat hanya untuk mengangkat barang-barang yang sangat

ringan, paket barang yang digunakan dalam penelitian ini pun hanya mempunyai berat minimum sebesar 10 gram.

Dalam pembuatan lengan robot ini dibutuhkan beban pemberat di bagian lengan belakang robot, karena desain lengan robot ini menggunakan tumpuan sepenuhnya pada bagian tengah. Jika tidak menggunakan beban pemberat maka akan berakibat lengan robot tidak dapat beroperasi dikarenakan aktuator/penggerak lengan robot yang menggunakan motor servo tidak dapat menahan beban dan tekanan terhadap ketidakseimbangan antara bagian lengan robot depan dan bagian lengan robot belakang.

Lengan robot ini di buat dan di desain sedemikian rupa agar seluruh bagian-bagian elektronika bisa terpasang dengan baik pada lengan robot tersebut, mulai dari Arduino Mega 2560, rangkaian sensor *InfraRed Proximity/Obstacle Detector*, dan rangkaian motor-motor servo.



Gambar 3.5 Tampilan Lengan Robot

### 3.4.1 Ukuran Dimensi Lengan Robot

Rincian ukuran lengan robot pemilah paket barang otomatis setelah seluruh komponen elektronika yang dibutuhkan dari penelitian ini dipasang yaitu sebagai berikut:

- a. Panjang keseluruhan robot : 90 cm
- b. Panjang penyangga (*base*) : 30 cm
- c. Panjang lengan bagian depan: 50 cm
- d. Panjang lengan bagian belakang: 40 cm
- e. Panjang capit (*end effector*) : 15 cm
- f. Lebar keseluruhan robot : 25 cm
- g. Lebar penyangga (*base*) : 25 cm
- h. Lebar capit (*end effector*) : 30 cm
- i. Tinggi keseluruhan robot : 80 cm
- j. Tinggi penyangga (*base*) : 25 cm
- k. Tinggi badan (*body*) : 55 cm

### 3.4.2 Struktur Material Lengan Robot

Dalam penelitian membuat lengan robot pemilah barang otomatis ini menggunakan beberapa macam bahan material diantaranya sebagai berikut:

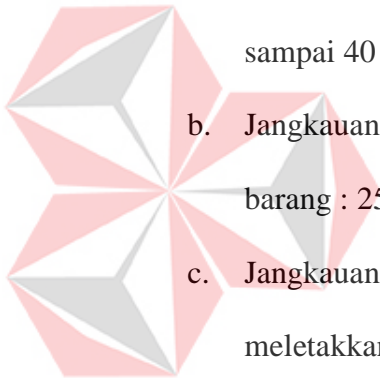
- a. Bagian kerangka robot :
  - 1) Aluminium.
  - 2) Kayu.
  - 3) Besi.
  - 4) Mur, baut dan sekrup.
  - 5) Karet spon.

- b. Bagian dari penggerak (aktuator) robot :
  - 1) Motor servo *standart*.
  - 2) Motor servo *continuous rotation*.
- c. Bagian dari sensor robot :
  - 1) Sensor IR *Proximity / Obstacle Detector*.

### 3.4.3 Spesifikasi Kemampuan Kinerja Lengan Robot

Rincian dari spesifikasi kemampuan yang dapat dilakukan oleh lengan robot dalam penelitian ini yaitu:

- a. Jangkauan lengan robot dalam mengambil dan meletakkan barang : 5 cm sampai 40 cm dari depan robot.
- b. Jangkauan ketinggian minimal lengan robot dalam mengambil dan meletakkan barang : 25 cm.
- c. Jangkauan ketinggian maksimum lengan robot dalam mengambil dan meletakkan barang : 90 cm.
- d. Kapasitas maksimal berat barang yang dapat di angkat oleh lengan robot : 55 gram.



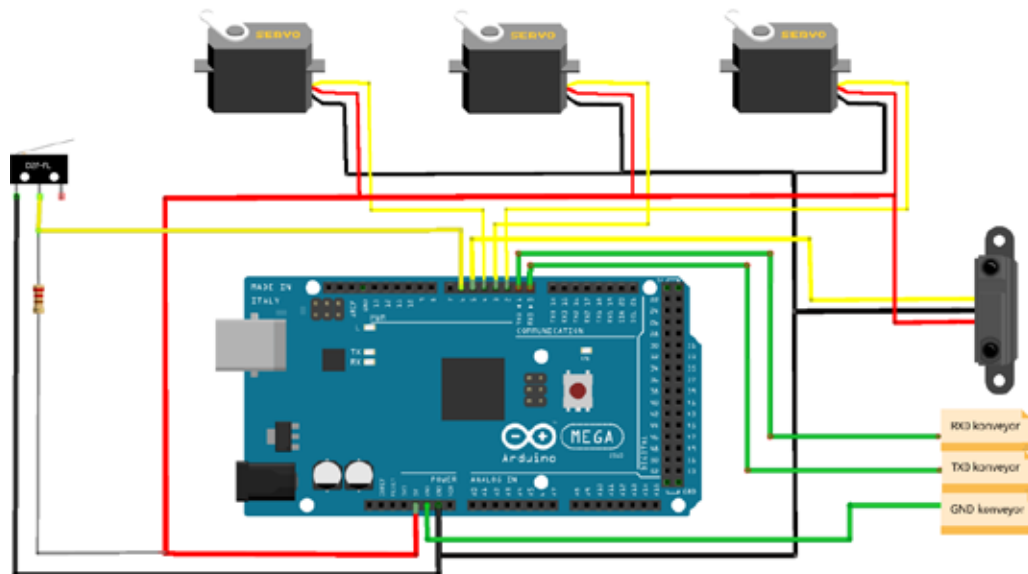
### 3.4.4 Perancangan Mekanik RFID pada Sistem Konveyor



Gambar 3.6 RFID Pada Sistem Konveyor Yang Telah Ada

Pada penelitian ini penulis memanfaatkan sistem yang telah ada yaitu sistem konveyor pemilah paket barang seperti pada Gambar 3.6. untuk mendukung berjalannya sistem lengan robot pemilah paket barang otomatis ini. RFID reader pada perancangan diletakkan disamping konveyor pemilah paket barang yang merupakan datangnya paket barang pada awalnya. RFID reader akan diposisikan sejajar dengan konveyor belt dan secara vertikal, sehingga RFID tag paket barang yang melintas akan dapat terbaca dengan sempurna. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya hasil dari pembacaan RFID reader terhadap RFID tag paket barang akan diteruskan oleh mikrokontroller sistem konveyor pemilah paket barang ke mikrokontroller sistem lengan robot pemilah paket barang Arduino Mega 2560, sehingga lengan robot dapat mengetahui tujuan paket barang tersebut.

### 3.5 Perancangan Pengontrol Elektronik Lengan Robot



Gambar 3.7 *Schematic* Perancangan Keseluruhan Sistem

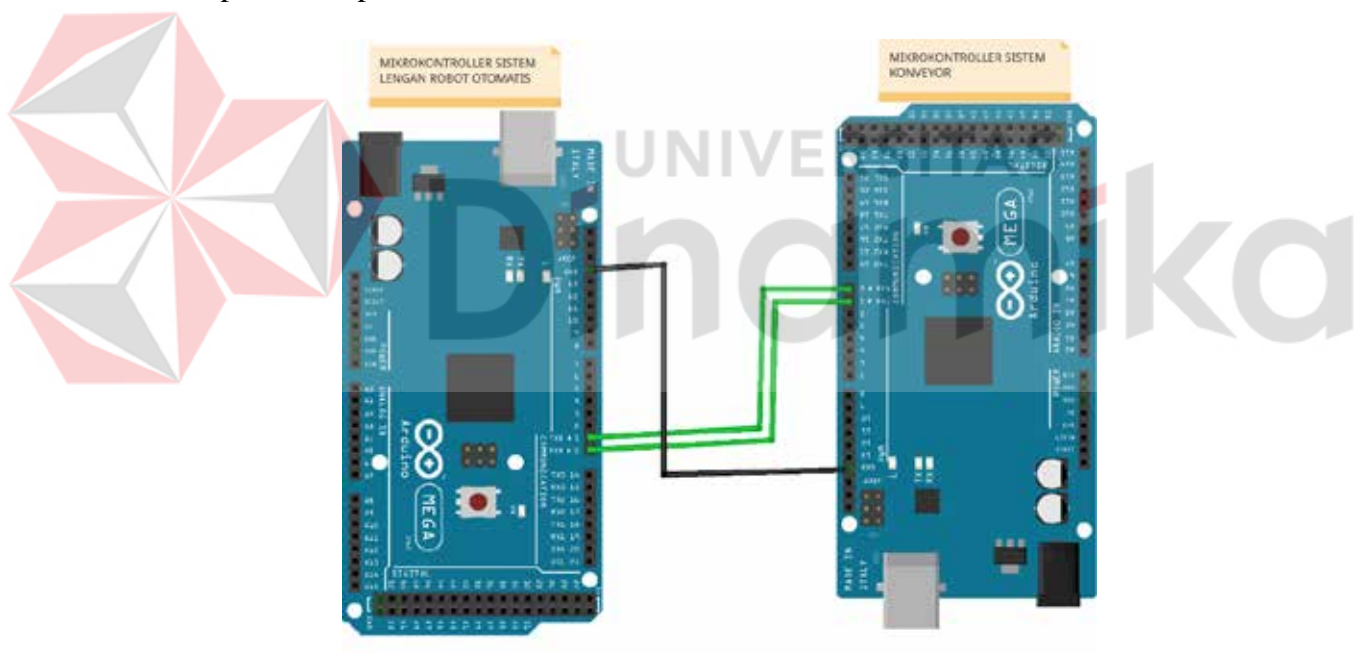
Pada Tugas Akhir ini diperlukan perancangan elektronik untuk lengan robot yang dapat terintegrasi dengan baik. Perancangan terdiri dari perancangan keseluruhan sistem lengan robot otomatis dan perancangan komunikasi data serial dengan RFID *reader* pada sistem konveyor. Berikut *schematic* perancangan dari keseluruhan sistem lengan robot otomatis pada Gambar 3.7.

#### 3.5.1 Perancangan Komunikasi Data Serial dengan RFID *Reader* pada Sistem Konveyor

Pada penelitian lengan robot pemilah paket barang otomatis ini merupakan penelitian yang perlu digabungkan dengan penelitian yang telah ada yaitu konveyor pemilah paket barang. Maka dari itu, dibutuhkan komunikasi serial pada perancangan ini agar mikrokontroler dari masing–masing sistem dapat saling terhubung. Mikrokontroler yang digunakan oleh sistem konveyor pemilah paket



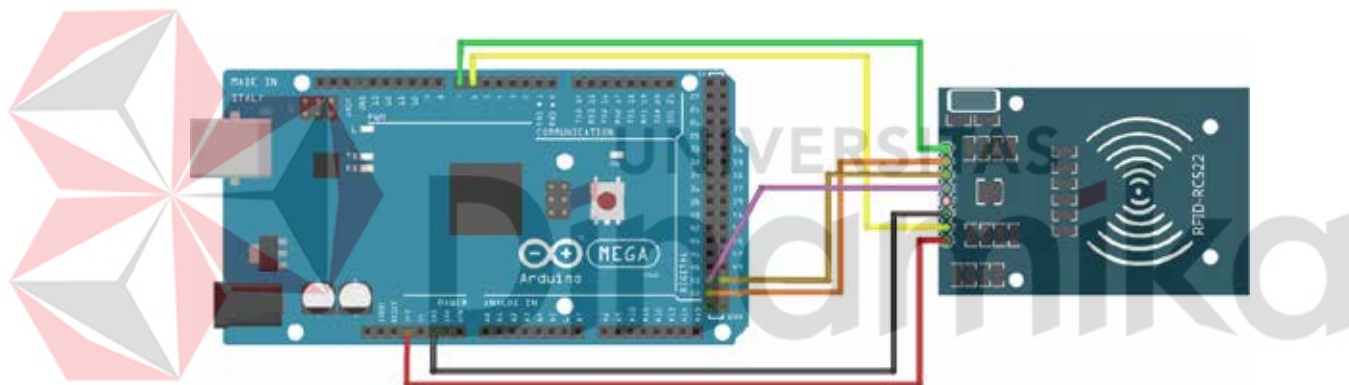
barang yaitu mikrokontroler Arduino Mega 2560 akan dihubungkan pada mikrokontroler sistem lengan robot pemilah paket barang otomatis yaitu Arduino Mega 2560. *Pin* TX0, RX0 dan GND pada masing–masing mikrokontroler harus saling terhubung, tetapi agar dapat berkomunikasi dengan benar *pin* TX0 dari mikrokontroler sistem konveyor pemilah paket barang harus dihubungkan dengan *pin* RX0 pada mikrokontroler sistem lengan robot pemilah paket barang otomatis. Begitu juga sebaliknya dengan *pin* RX0 dari mikrokontroler sistem konveyor pemilah paket barang harus dihubungkan dengan *pin* TX0 pada mikrokontroler sistem lengan robot pemilah paket barang otomatis. Perancangan komunikasi serial dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 *Schematic* Perancangan Komunikasi Serial

Tujuan komunikasi data serial dari sistem konveyor yang telah ada ke sistem lengan robot otomatis yaitu agar mikrokontroler dari sistem konveyor yang telah ada dapat mengirimkan hasil data RFID *reader* kepada mikrokontoller sistem

lengan robot otomatis. Pada perancangan RFID di sistem konveyor yang digunakan adalah sensor RFID RC-522 berfungsi untuk membaca *tag* RFID yang akan dibaca oleh Arduino Mega 2560. RFID tersebut termasuk dalam komponen *input* dan merupakan proses *input* yang dibutuhkan oleh sistem lengan robot otomatis. *Input* tegangan dari RFID RC-522 adalah 3,3 Volt. RFID RC-522 terdiri dari 8 *pin*, pada perancangan hanya menggunakan 7 *pin* karena *pin* IRQ tidak dibutuhkan untuk terhubung pada Arduino Mega 2560. Dalam perancangan sistem konveyor yang telah ada, RFID dihubungkan dengan *port* 7, 6, 50, 51 dan 52. Perancangan RFID pada sistem konveyor yang telah ada dengan Arduino Mega 2560 dapat dilihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 *Schematic* Perancangan RFID pada Sistem Konveyor

Pada Tabel 3.1. dapat dilihat *allocation list* dari perancangan RFID yang dihubungkan dengan Arduino Mega 2560:

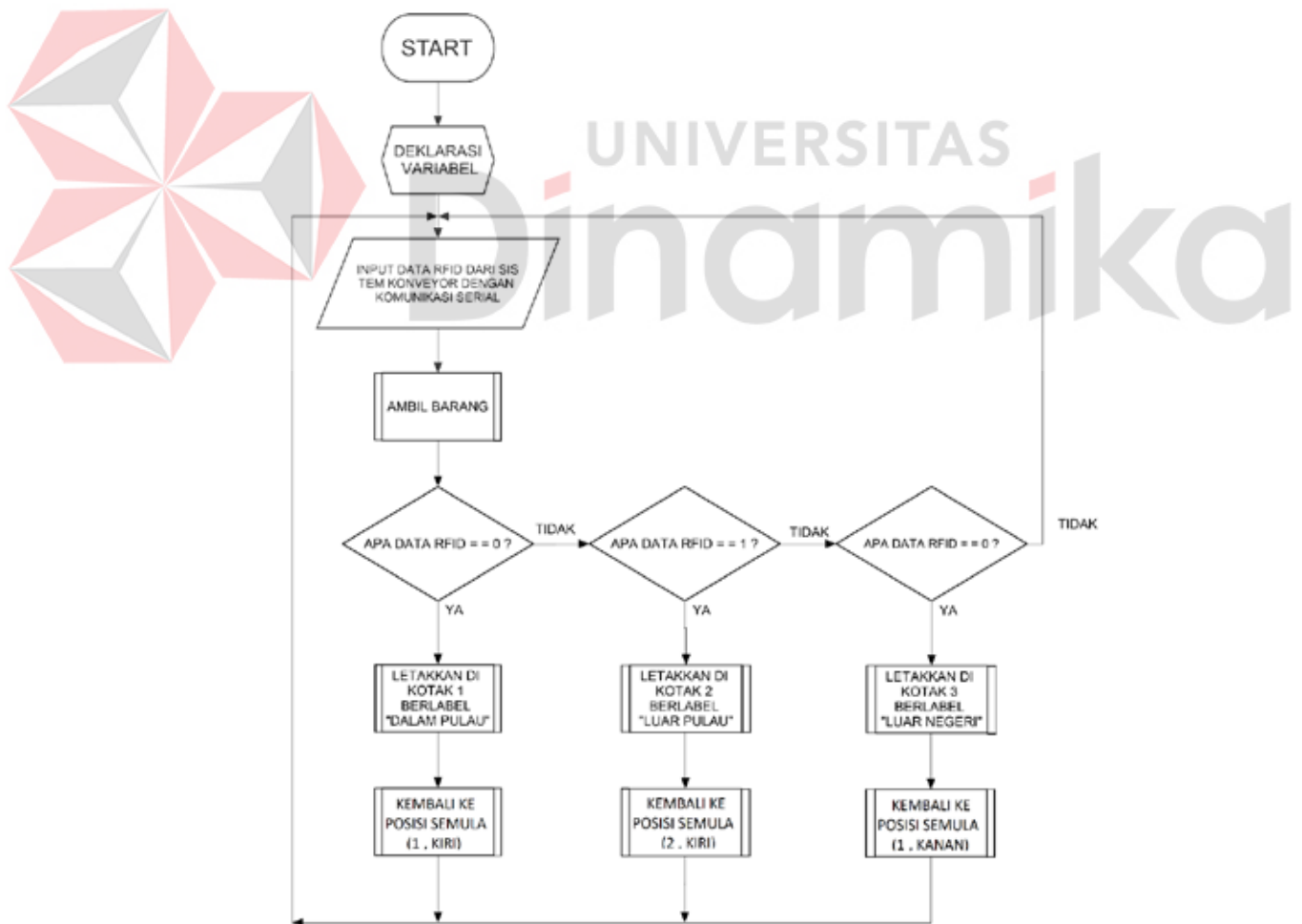
Tabel 3.1 Perancangan RFID RC-522 dengan Arduino Mega 2560

No.	<i>PORT</i> RFID RC-522	<i>PORT</i> Arduino Mega 2560
1.	SDA	PWM 7
2.	SCK	Digital 52
3.	MOSI	Digital 51
4.	MISO	Digital 50
5.	IRQ	-

6.	GND	GND
7.	RST	PWM 6
8.	3,3 V	3,3 V

### 3.6 Perancangan Perangkat Lunak

Program pada perancangan akan mengontrol komponen *output* dan *input* dari mikrokontroller. Komponen tersebut adalah RFID Tag Data dan IR *Proximity* sebagai *input* sedangkan tiga motor servo sebagai *output* dan juga melakukan komunikasi serial dengan mikrokontroller sistem konveyor pemilah paket barang. *Flowchart* dari program mikrokontroller sistem lengan robot pemilah paket barang otomatis dapat dilihat pada Gambar 3.10. berikut:



Gambar 3.10 *Flowchart* Program Mikrokontroller Lengan Robot

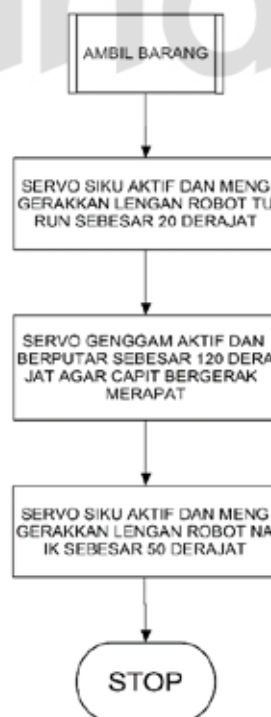
Dari Gambar 3.10 dapat di analisis bagaimana proses yang di kontrol oleh mikrokontroller sistem lengan robot pemilah paket barang otomatis. Langkah awal dari program yaitu deklarasi variabel *input* dan *output* yang dibutuhkan. Kemudian sistem lengan robot otomatis akan berada pada posisi *stand-by*, menunggu untuk mendapatkan *input* berupa angka yang berdasarkan dari data RFID *tag* pada sistem konveyor yang telah ada. Setelah *input* berhasil diterima melalui komunikasi serial, selanjutnya akan dilakukan pengecekan kondisi terhadap nilai angka *input* tersebut. Apakah nilai *input* data RFID adalah angka 0, jika benar maka program akan menjalankan sistem lengan robot otomatis untuk mulai melakukan serangkaian aktivitas secara sekuensial. Dimulai dari mengambil paket barang, meletakkan paket barang di kotak 1 yang berlabelkan “Dalam Pulau” dan sekuen terakhir yaitu kembali ke posisi semula. Ketika aktivitas sekuensial dari sistem lengan robot otomatis telah selesai, sistem lengan robot otomatis akan kembali berada pada posisi *stand-by* siap menerima lagi *input* berupa angka yang berdasarkan dari data RFID *tag* pada sistem konveyor yang telah ada.

Jika salah maka proses akan berlanjut melakukan pengecekan kondisi terhadap nilai angka *input* lagi, apakah nilai *input* data RFID adalah angka 1. Jika benar maka program akan menjalankan sistem lengan robot otomatis untuk mulai melakukan serangkaian aktivitas secara sekuensial yang sama, hanya berbeda pada peletakan paket barangnya. Barang diletakan pada kotak 2 yang berlabelkan “Luar Pulau”. Jika masih salah maka proses akan berlanjut melakukan pengecekan kondisi terhadap nilai angka *input* lagi, apakah nilai *input* data RFID adalah angka 2. Jika benar maka program akan menjalankan sistem lengan robot otomatis untuk

mulai melakukan serangkaian aktivitas secara sekuensial yang sama, hanya berbeda pada peletakan paket barangnya. Barang diletakan pada kotak 3 yang berlabelkan “Luar Negeri”. Jika pada pengkondisian ketiga masih tetap salah, maka program akan kembali lagi menempatkan sistem lengan robot otomatis berada pada posisi *stand-by*, menunggu untuk mendapatkan *input* berupa angka yang berdasarkan dari data RFID tag pada sistem konveyor yang telah ada. Dengan kata lain program akan membuat sistem lengan robot menjadi otomatis dan akan terus aktif hingga sistem lengan robot tidak mendapatkan daya / di nonaktifkan.

### 3.6.1 Sub Proses Ambil Barang

Pada *flowchart* di Gambar 3.10 terdapat sub proses yang bertuliskan Ambil Barang. Pada proses ini akan dijelaskan tentang bagaimana alur program dari sistem lengan robot dalam hal mengambil paket barang.



Gambar 3.11 *Flowchart* Program Sub Proses Ambil Barang

Dari Gambar 3.11 dapat di analisis bagaimana proses yang ada pada sub proses Ambil Barang. Langkah yang melanjutkan dari pengambilan keputusan apakah data RFID adalah “0”, “1”, atau “2” akan masuk kedalam serangkaian proses pergerakan oleh motor–motor servo untuk mengambil paket barang. Motor servo siku akan aktif dan memutar bagian lengan robot sebesar 20 derajat ke arah bawah/berlawanan arah jarum jam untuk menempatkan capit pada posisi siap menggenggam paket barang.

Selanjutnya motor servo genggam akan aktif dan berputar sebesar 120 derajat agar capit dapat merapat dan menggenggam paket barang. Selanjutnya motor servo siku akan aktif dan memutar bagian lengan robot sebesar 50 derajat ke arah atas/searah jarum jam untuk menempatkan lengan robot pada posisi di atas dan terhindar dari adanya halangan dari tempat pengambilan paket barang.

### **3.6.2 Sub Proses Letakkan di Kotak 1 Berlabel “Dalam Pulau”**

Pada *flowchart* di Gambar 3.10. terdapat sub proses yang bertuliskan Letakkan di Kotak 1 Berlabel “Dalam Pulau”. Pada proses ini akan dijelaskan tentang bagaimana alur program dari sistem lengan robot dalam hal meletakkan paket barang pada kotak pemilahan paket barang pertama.

Dari Gambar 3.12. dapat di analisis bagaimana proses yang ada pada sub proses Letakkan di Kotak 1 Berlabel “Dalam Pulau”. Langkah yang melanjutkan dari sub proses Ambil Barang akan masuk kedalam serangkaian proses pergerakan oleh motor–motor servo untuk meletakkan paket barang pada kotak pemilahan paket barang pertama.



Gambar 3.12 *Flowchart* Program Sub Proses Letakkan Di Kotak 1 Berlabel "Dalam Pulau"

Motor servo pangkal akan aktif dan berputar ke arah kanan untuk memutar bagian badan lengan robot menuju ke kotak tempat pemilahan paket barang yang pertama. Jika nilai sensor IR *Proximity* sama dengan “1” maka motor servo pangkal akan berhenti berputar. Jika nilai sensor IR *Proximity* tidak sama dengan “1” maka motor servo pangkal akan terus berputar ke arah kanan, manandakan bahwa posisi badan lengan robot belum tepat pada kotak tempat pemilahan paket barang pertama.

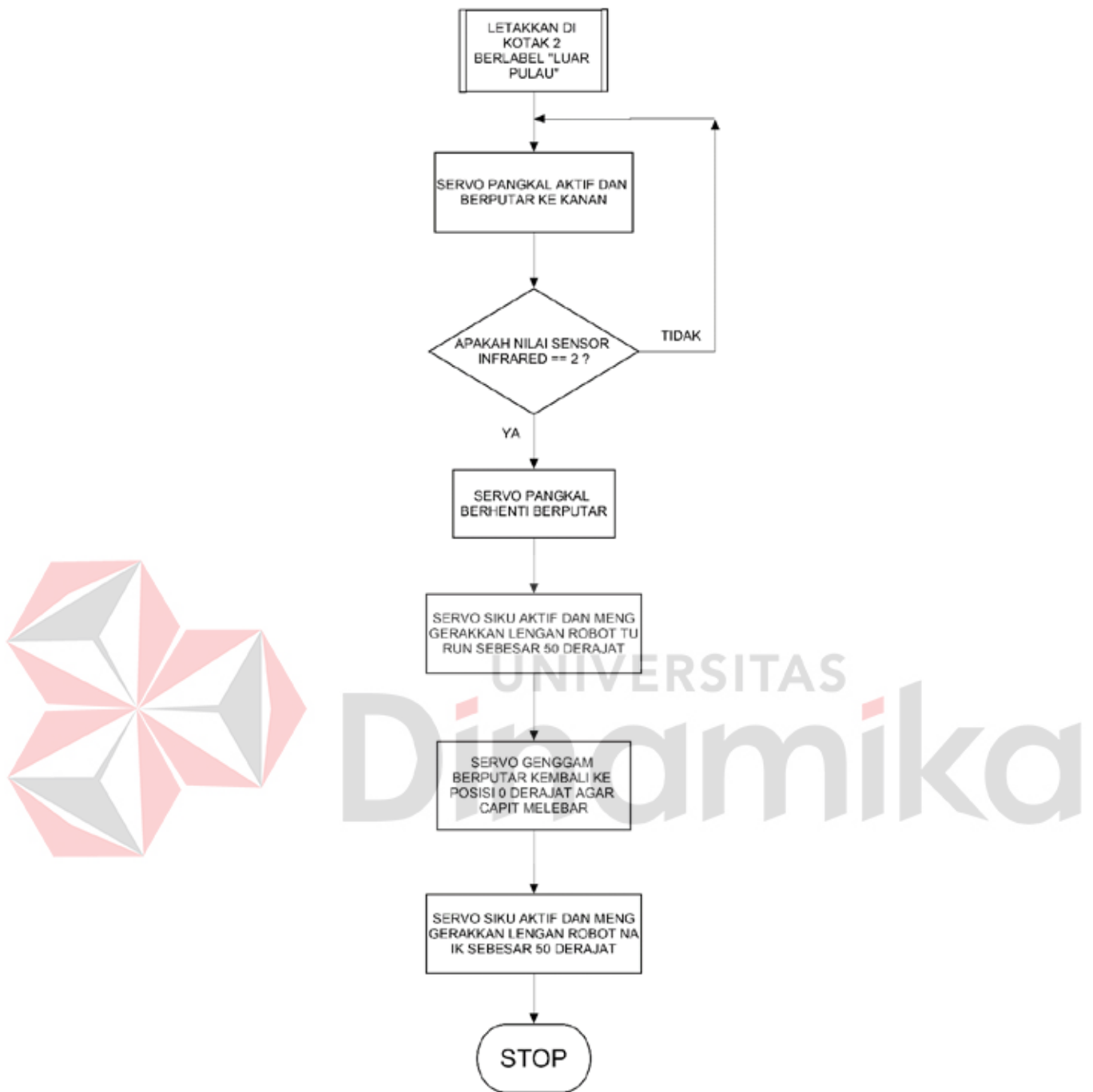
Selanjutnya motor servo siku akan aktif dan memutar bagian lengan robot sebesar 50 derajat ke arah bawah/berlawanan arah jarum jam untuk menempatkan paket barang pada posisi siap untuk diletakkan. Selanjutnya motor servo genggam akan aktif dan berputar sebesar 0 derajat agar capit dapat melebar dan melepaskan paket barang. Setelah itu motor servo siku akan aktif dan memutar bagian lengan robot sebesar 50 derajat ke arah atas/searah jarum jam untuk menempatkan lengan robot pada posisi di atas dan terhindar dari adanya halangan.

### 3.6.3 Sub Proses Letakkan di Kotak 2 Berlabel “Luar Pulau”

Pada *flowchart* di Gambar 3.10 terdapat sub proses yang bertuliskan Letakkan di Kotak 2 Berlabel “Luar Pulau”. Pada proses ini akan dijelaskan tentang bagaimana alur program dari sistem lengan robot dalam hal meletakkan paket barang pada kotak pemilahan paket barang kedua.

Dari Gambar 3.13 dapat di analisis bagaimana proses yang ada pada sub proses Letakkan di Kotak 2 Berlabel “Luar Pulau”. Langkah yang melanjutkan dari sub proses Ambil Barang akan masuk kedalam serangkaian proses pergerakan oleh motor–motor servo untuk meletakkan paket barang pada kotak pemilahan paket barang kedua.





Gambar 3.13 *Flowchart* Program Sub Proses Letakkan di Kotak 2 Berlabel “Luar Pulau”

Motor servo pangkal akan aktif dan berputar ke arah kanan untuk memutar bagian badan lengan robot menuju ke kotak tempat pemilahan paket barang yang pertama. Jika nilai sensor IR *Proximity* sama dengan “2” maka motor servo pangkal

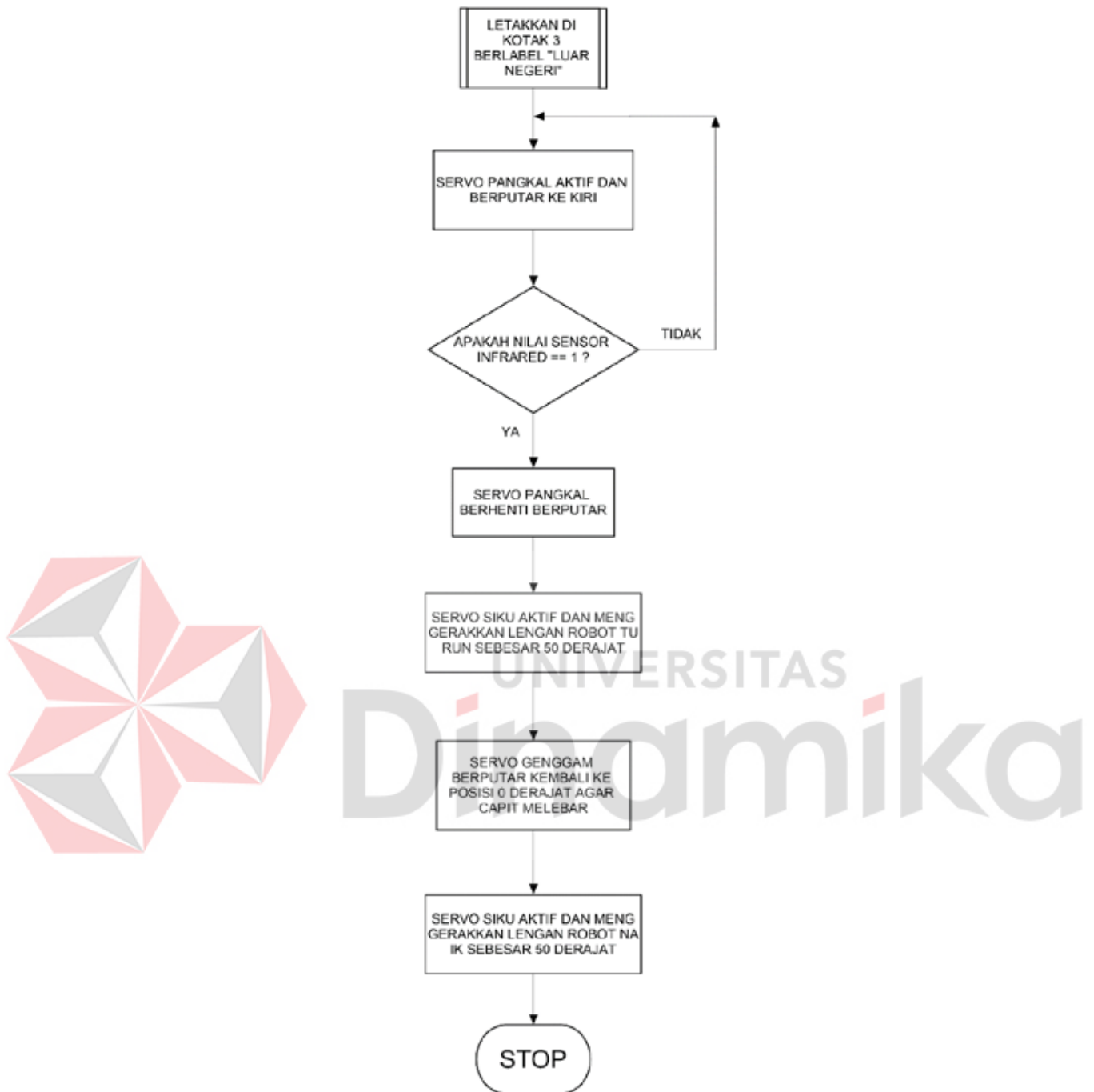
akan berhenti berputar. Jika nilai sensor IR *Proximity* tidak sama dengan “2” maka motor servo pangkal akan terus berputar ke arah kanan, manandakan bahwa posisi badan lengan robot belum tepat pada kotak tempat pemilahan paket barang kedua.

Selanjutnya motor servo siku akan aktif dan memutar bagian lengan robot sebesar 50 derajat ke arah bawah/berlawanan arah jarum jam untuk menempatkan paket barang pada posisi siap untuk diletakkan. Selanjutnya motor servo genggam akan aktif dan berputar sebesar 0 derajat agar capit dapat melebar dan melepaskan paket barang. Setelah itu motor servo siku akan aktif dan memutar bagian lengan robot sebesar 50 derajat ke arah atas/searah jarum jam untuk menempatkan lengan robot pada posisi di atas dan terhindar dari adanya halangan.

#### **3.6.4 Sub Proses Letakkan di Kotak 3 Berlabel “Luar Negeri”**

Pada *flowchart* di Gambar 3.10. terdapat sub proses yang bertuliskan Letakkan di Kotak 3 Berlabel “Luar Negeri”. Pada proses ini akan dijelaskan tentang bagaimana alur program dari sistem lengan robot dalam hal meletakkan paket barang pada kotak pemilahan paket barang ketiga.

Dari Gambar 3.14. dapat di analisis bagaimana proses yang ada pada sub proses Letakkan di Kotak 3 Berlabel “Luar Negeri”. Langkah yang melanjutkan dari sub proses Ambil Barang akan masuk kedalam serangkaian proses pergerakan oleh motor – motor servo untuk meletakkan paket barang pada kotak pemilahan paket barang ketiga.



Gambar 3.14 *Flowchart* Program Sub Proses Letakkan di Kotak 3 Berlabel “Luar Negeri”

Motor servo pangkal akan aktif dan berputar ke arah kiri untuk memutar bagian badan lengan robot menuju ke kotak tempat pemilahan paket barang yang ketiga. Jika nilai sensor IR *Proximity* sama dengan “1” maka motor servo pangkal

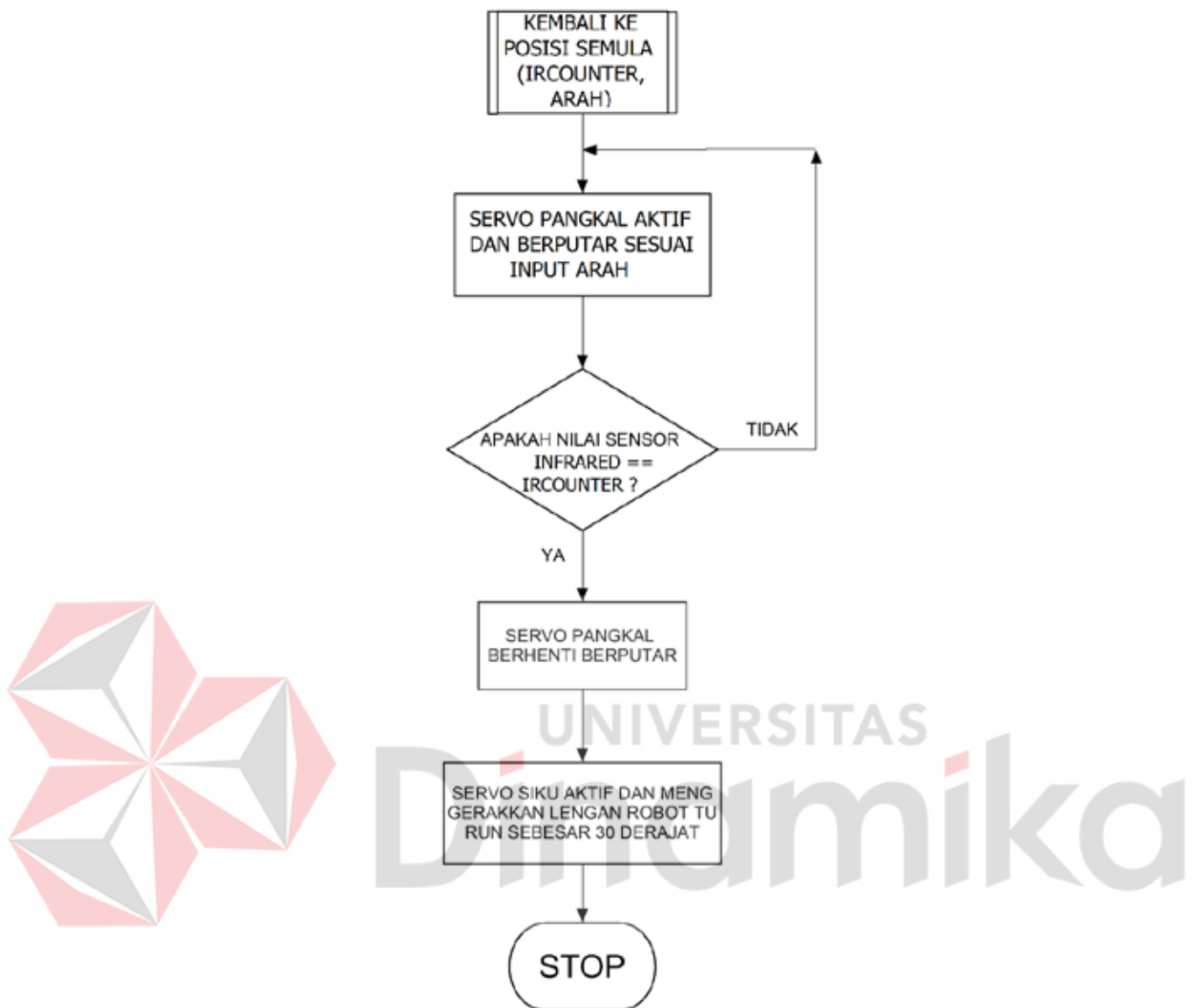
akan berhenti berputar. Jika nilai sensor IR *Proximity* tidak sama dengan “1” maka motor servo pangkal akan terus berputar ke arah kiri, manandakan bahwa posisi badan lengan robot belum tepat pada kotak tempat pemilahan paket barang ketiga.

Selanjutnya motor servo siku akan aktif dan memutar bagian lengan robot sebesar 50 derajat ke arah bawah/berlawanan arah jarum jam untuk menempatkan paket barang pada posisi siap untuk diletakkan. Selanjutnya motor servo genggam akan aktif dan berputar sebesar 0 derajat agar capit dapat melebar dan melepaskan paket barang. Setelah itu motor servo siku akan aktif dan memutar bagian lengan robot sebesar 50 derajat ke arah atas/searah jarum jam untuk menempatkan lengan robot pada posisi di atas dan terhindar dari adanya halangan.

### 3.6.5 Sub Proses Kembali ke Posisi Semula

Pada *flowchart* di Gambar 3.10 terdapat sub proses yang bertuliskan Kembali ke Posisi Semula. Pada proses ini akan dijelaskan tentang bagaimana alur program dari sistem lengan robot dalam hal kembali ke dalam posisi semula dan siap untuk mengambil paket barang selanjutnya.

Dari Gambar 3.15 dapat di analisis bagaimana proses yang ada pada sub proses Kembali ke Posisi Semula. Langkah yang melanjutkan dari sub proses Letakkan di Kotak 1 Berlabel “Dalam Pulau”, Letakkan di Kotak 2 Berlabel “Luar Pulau” dan Letakkan di Kotak 3 Berlabel “Luar Negeri” akan masuk kedalam serangkaian proses pergerakan oleh motor–motor servo untuk kembali ke dalam posisi semula dan siap untuk mengambil paket barang selanjutnya dari kotak tempat pemilahan paket barang pertama.



Gambar 3.15 Flowchart Program Sub Proses Kembali ke Posisi Semula

Motor servo pangkal akan aktif dan berputar sesuai dengan input pada variabel ARAH, untuk memutar bagian badan lengan robot menuju ke kotak tempat pengambilan paket barang. Jika nilai sensor IR *Proximity* sama dengan nilai dari variabel IRCOUNTER maka motor servo pangkal akan berhenti berputar. Jika nilai sensor IR *Proximity* tidak sama dengan nilai dari variabel IRCOUNTER maka motor servo pangkal akan terus berputar, manandakan bahwa posisi badan lengan

robot belum tepat pada kotak tempat pengambilan paket barang. Selanjutnya motor servo siku akan aktif dan memutar bagian lengan robot sebesar 30 derajat ke arah bawah/berlawanan arah jarum jam untuk menempatkan bagian lengan pada robot ke posisi semula.



UNIVERSITAS  
**Dinamika**

## BAB IV

### HASIL DAN PENGUJIAN

Seluruh pengujian yang telah dilakukan oleh penulis ini semua berkaitan dengan sistem lengan robot pemilah paket barang otomatis. Setiap aspek pengujian mempunyai peran sebagai pendukung untuk terbentuknya hasil dari sistem ini. Pengujian sistem ini merupakan pengujian terhadap perangkat keras serta perangkat lunak dari sistem secara keseluruhan yang telah selesai dibuat untuk mengetahui apakah komponen-komponen dari sistem tersebut dapat berfungsi sesuai dengan harapan penulis.

#### 4.1 Pengujian Komunikasi Data Serial Arduino to Arduino

Komunikasi data serial dibutuhkan dalam pembuatan penelitian ini karena dalam penelitian ini penulis menggunakan kemampuan berkomunikasi dari satu mikrokontroller ke mikrokontroller yang lain. Dalam pengujian ini dua buah mikrokontroller arduino akan diberikan program, satu sebagai pengirim/*transmitter* dan satu lagi sebagai penerima/*receiver*. Maksud dan ketentuan dari program yang digunakan adalah:

1. Jika Arduino *master* mengirimkan karakter “A” kepada Arduino *slave* melalui *Serial Monitor*, maka yang diterima oleh Arduino *slave* pada *Serial Monitornya* akan muncul “0 = kode Dalam Pulau”.

2. Jika Arduino *master* mengirimkan karakter “S” kepada Arduino *slave* melalui *Serial Monitor*, maka yang diterima oleh Arduino *slave* pada *Serial Monitornya* akan muncul “1 = kode Luar Pulau”.
3. Jika Arduino *master* mengirimkan karakter “D” kepada Arduino *slave* melalui *Serial Monitor*, maka yang diterima oleh Arduino *slave* pada *Serial Monitornya* akan muncul “2 = kode Luar Negeri”.

#### 4.1.1 Tujuan Pengujian Komunikasi Data Serial Arduino to Arduino

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah satu Arduino dapat berkomunikasi dengan Arduino yang lainnya dengan baik.

#### 4.1.2 Alat yang Digunakan pada Pengujian Komunikasi Data Serial Arduino to Arduino

Peralatan yang dibutuhkan untuk pengujian ini yaitu sebagai berikut:

1. 2 buah *Personal Computer (PC) / Laptop*.
2. 2 buah mikrokontroller Arduino.
3. 2 buah kabel USB Arduino.
4. *Software* Arduino IDE.
5. Kabel *jumper*.

#### 4.1.3 Prosedur Pengujian Komunikasi Data Serial Arduino to Arduino

Langkah–langkah untuk melakukan pengujian komunikasi data serial adalah sebagai berikut:



1. Menghubungkan *port* TX0 pada Arduino *master* dengan *port* RX0 pada Arduino *slave*, hal yang sama dilakukan di *port* RX0 pada Arduino *master* dengan *port* TX0 pada Arduino *slave*, begitu juga dengan masing – masing *port* GND.
2. Menghubungkan masing–masing Arduino kepada PC yang berbeda.
3. *Mengcompile* dan *mengupload* program dari PC ke Arduino masing–masing menggunakan *software* Arduino IDE.
4. Menjalankan program dari *Serial Monitor* menggunakan *software* Arduino IDE pada PC masing–masing Arduino.
5. Mengamati hasilnya dari *Serial Monitor* menggunakan *software* Arduino IDE pada masing–masing PC.

#### 4.1.4 Hasil Pengujian Komunikasi Data Serial Arduino to Arduino

Hasil pengujian komunikasi data serial Arduino to Arduino dapat dilihat melalui tabel berikut:

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Komunikasi Data Serial Arduino to Arduino

No.	<i>Input Serial Monitor pada Arduino master</i>	<i>Output Serial Monitor pada Arduino slave</i>
1.	A	0 = kode Dalam Pulau
2.	S	1 = kode Luar Pulau
3.	D	2 = kode Luar Negeri

Dari tabel 4.1. dapat disimpulkan bahwa komunikasi data serial Arduino to Arduino sudah berhasil dan dapat berfungsi dengan baik, data tersebut dalam penelitian ini akan digunakan untuk menentukan tujuan paket barang pada sistem lengan robot dari data yang dikirim oleh sistem konveyor.

## 4.2 Pengujian Motor Servo *Standart*

Motor Servo *Standart* berguna sebagai penggerak mekanik dari lengan robot pemilah paket barang otomatis. Terdapat 2 motor servo yang digunakan dalam sistem lengan robot otomatis ini, yaitu pada bagian capit penggenggam dan pada bagian lengan. Pengujian dilakukan dengan membuat program pada Arduino yang menjadikan motor servo sebagai *output*. Maksud dan ketentuan dari program adalah jika program diinputkan nilai suatu sudut, maka motor servo akan berputar sesuai nilai *input* suatu sudut tadi.

### 4.2.1 Tujuan Pengujian Motor Servo *Standart*

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah motor servo *Standart* dapat berputar sesuai dengan nilai sudut yang diinginkan.

### 4.2.2 Alat yang Digunakan pada Pengujian Motor Servo *Standart*

Peralatan yang dibutuhkan untuk pengujian ini yaitu sebagai berikut:

1. *Personal Computer (PC) / Laptop.*
2. Mikrokontroller Arduino.
3. Kabel USB Arduino.
4. *Software* Arduino IDE.
5. Kabel *jumper*.
6. Motor servo *Standart*.

### 4.2.3 Prosedur Pengujian Motor Servo *Standart*

Langkah–langkah untuk melakukan pengujian motor servo *Standart* adalah sebagai berikut:

1. Menghubungkan kabel berwarna coklat dari motor servo *Standart* ke *port* GND pada Arduino. Sedangkan kabel berwarna jingga dari motor servo *Standart* ke *port* PWM. Selanjutnya kabel berwarna merah dari motor servo *Standart* ke *port* 5V.
2. Menghubungkan Arduino pada PC.
3. *Mengcompile* dan *mengupload* program dari PC ke Arduino menggunakan *software* Arduino IDE.
4. Menjalankan program dari *Serial Monitor* menggunakan *software* Arduino IDE pada PC.
5. Mengamati hasil perputaran dari tanduk motor servo.

### 4.2.4 Hasil Pengujian Motor Servo *Standart*

Hasil pengujian motor servo *Standart* dapat dilihat melalui tabel berikut:

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Motor Sensor *Standart*.

No.	<i>Input</i> Sudut (derajat)	Hasil Perputaran Tanduk Motor Servo (derajat)
1.	7	7
2.	33	33
3.	71	71
4.	98	98
5.	116	116
6.	142	142
7.	169	169

Dari tabel 4.2. dapat disimpulkan bahwa motor servo *Standart* dapat berputar sesuai dengan sudut yang diinginkan.

### **4.3 Pengujian Motor Servo *Rotation Continuous***

Motor Servo *Rotation Continuous* berguna sebagai penggerak mekanik dari lengan robot pemilah paket barang otomatis. Motor servo *Rotation Continuous* digunakan pada bagian *body* dalam sistem lengan robot otomatis. Pengujian dilakukan dengan membuat program pada Arduino yang menjadikan motor servo sebagai *output*. Maksud dan ketentuan dari program adalah jika program diinputkan nilai angka 0, maka motor servo *Rotation Continuous* akan berputar ke arah kanan. Jika program diinputkan nilai angka 1, maka motor servo *Rotation Continuous* akan berputar ke arah kiri.

#### **4.3.1 Tujuan Pengujian Motor Servo *Rotation Continuous***

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah motor servo *Rotation Continuous* dapat berputar baik ke arah kanan maupun kiri.

#### **4.3.2 Alat yang Digunakan pada Pengujian Motor Servo *Rotation Continuous***

Peralatan yang dibutuhkan untuk pengujian ini yaitu sebagai berikut:

1. *Personal Computer (PC) / Laptop.*
2. Mikrokontroller Arduino.
3. Kabel USB Arduino.
4. *Software* Arduino IDE.

5. Kabel *jumper*.
6. Motor servo *Rotation Continuous*.

#### 4.3.3 Prosedur Pengujian Motor Servo *Rotation Continuous*

Langkah–langkah untuk melakukan pengujian motor servo *Rotation Continuous* adalah sebagai berikut:

1. Menghubungkan kabel berwarna hitam dari motor servo *Rotation Continuous* ke *port* GND pada Arduino. Sedangkan kabel berwarna putih dari motor servo *Rotation Continuous* ke *port* PWM. Selanjutnya kabel berwarna merah dari motor servo *Rotation Continuous* ke *port* 5V.
2. Menghubungkan Arduino pada PC.
3. *Mengcompile* dan *mengupload* program dari PC ke Arduino menggunakan *software* Arduino IDE.
4. Menjalankan program dari *Serial Monitor* menggunakan *software* Arduino IDE pada PC.
5. Mengamati hasil perputaran dari tanduk motor servo.

#### 4.3.4 Hasil Pengujian Motor Servo *Rotation Continuous*

Hasil pengujian Motor Servo *Rotation Continuous* dapat dilihat melalui tabel berikut:

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Motor Servo *Rotation Continuous*

No.	<i>Input Nilai Angka pada Serial Monitor</i>	<b>Hasil Arah Perputaran Motor Servo</b>
1.	0	Kanan
2.	1	Kiri

Dari tabel 4.3 dapat disimpulkan bahwa motor servo *Rotation Continuous* dapat berputar baik ke arah kanan maupun ke arah kiri.

#### 4.4 Pengujian Sensor IR *Obstacle Proximity*

Sensor IR *Obstacle Proximity* dipasang pada bagian badan di lengan robot. Sensor IR *Obstacle Proximity* berfungsi sebagai penanda tujuan paket barang. Pengujian dilakukan dengan membuat program pada Arduino yang menjadikan sensor IR *Obstacle Proximity* sebagai *input*. Maksud dan ketentuan dari program adalah jika sensor IR *Obstacle Proximity* mendeteksi benda, maka sensor IR *Obstacle Proximity* akan menghasilkan nilai angka 1. Jika sensor IR *Obstacle Proximity* tidak mendeteksi benda, maka sensor IR *Obstacle Proximity* akan menghasilkan nilai angka 0.

##### 4.4.1 Tujuan Pengujian Sensor IR *Obstacle Proximity*

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah sensor IR *Obstacle Proximity* dapat mendeteksi benda dengan baik dan dapat berfungsi sebagai penanda tujuan paket barang dalam penelitian lengan robot otomatis ini. Juga untuk

mengetahui berapa jarak efektif dari sensor IR *Obstacle Proximity* untuk mendeteksi benda.

#### 4.4.2 Alat yang Digunakan pada Pengujian Sensor IR *Obstacle Proximity*

Peralatan yang dibutuhkan untuk pengujian ini yaitu sebagai berikut:

1. *Personal Computer (PC) / Laptop.*
2. Mikrokontroler Arduino.
3. Kabel USB Arduino.
4. *Software* Arduino IDE.
5. Kabel *jumper.*
6. Sensor IR *Obstacle Proximity.*
7. Penghalang / barang.
8. Alat ukur jarak (meteran).

#### 4.4.3 Prosedur Pengujian Sensor IR *Obstacle Proximity*

Langkah–langkah untuk melakukan pengujian sensor IR *Obstacle Proximity* adalah sebagai berikut:

1. Menghubungkan *pin* OUT dari IR *Obstacle Proximity* ke *port* PWM pada Arduino. Sedangkan *pin* GND dari IR *Obstacle Proximity* terhubung pada *port* GND pada Arduino. Selanjutnya *pin* VCC dari IR *Obstacle Proximity* hubungkan ke *port* 5V pada Arduino.
2. Menghubungkan Arduino pada PC.

3. *Mengcompile* dan *mengupload* program dari PC ke Arduino menggunakan *software* Arduino IDE.
4. Menempatkan benda secara bergantian sesuai jauhnya jarak dari sensor IR *Obstacle Proximity*.
5. Mengamati hasilnya dari *Serial Monitor* pada *Software* Arduino IDE.

#### 4.4.4 Hasil Pengujian Sensor IR *Obstacle Proximity*

Hasil pengujian sensor IR *Obstacle Proximity* dapat dilihat melalui tabel berikut:

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Sensor IR *Obstacle Proximity*.

No.	Jarak (cm)	Hasil Nilai Sensor
		Benda Terdeteksi / Tidak terdeteksi
1.	1	1 (Terdeteksi)
2.	2	1 (Terdeteksi)
3.	3	1 (Terdeteksi)
4.	4	1 (Terdeteksi)
5.	5	1 (Terdeteksi)
6.	6	1 (Terdeteksi)
7.	7	1 (Terdeteksi)
8.	8	1 (Terdeteksi)
9.	9	0 (Tidak Terdeteksi)
10.	10	0 (Tidak Terdeteksi)

Dari tabel 4.4. dapat disimpulkan bahwa sensor IR *Obstacle Proximity* sudah berhasil dalam mendeteksi akan adanya benda sehingga akan dapat berfungsi sebagai penanda tujuan dan datangnya paket barang. Tetapi jarak efektif sensor hanya mencapai jarak paling jauh 8 cm, setelah lebih jauh dari jarak 8 cm sensor sudah tidak dapat mendeteksi lagi.



## 4.5 Pengujian Capit Penggenggam

Motor servo *Standart* digunakan sebagai aktuator pada *end effector* lengan robot yang merupakan capit penggenggam. Pengujian dilakukan dengan membuat program pada Arduino yang menjadikan motor servo sebagai *output*. Maksud dan ketentuan dari program adalah motor servo akan diatur untuk berputar menggenggam kotak paket barang dan berputar melepas kotak paket barang.

### 4.5.1 Tujuan Pengujian Capit Penggenggam

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui apakah perputaran motor servo pada bagian capit penggenggam dapat memberikan tekanan yang cukup pada paket barang tanpa merusak dari berbagai macam ukuran paket barang yang ada.

### 4.5.2 Alat yang Digunakan pada Pengujian Capit Penggenggam

Peralatan yang dibutuhkan untuk pengujian ini yaitu sebagai berikut:

1. *Personal Computer (PC) / Laptop.*
2. Mikrokontroller Arduino.
3. Kabel USB Arduino.
4. *Software* Arduino IDE.
5. *Power Supply* 2.5 A – 5 V.
6. 6 buah kotak paket barang berbentuk kubus dengan ukuran 10 cm x 10 cm, 11 cm x 11 cm, 12 cm x 12 cm, 13 cm x 13 cm, 14 cm x 14 cm, dan 15 cm x 15 cm.

7. Capit penggenggam yang sudah khusus dibuat dengan menggunakan motor servo sebagai aktuatornya.

#### 4.5.3 Prosedur Pengujian Capit Penggenggam

Langkah–langkah untuk melakukan pengujian sensor *Limit Switch* adalah sebagai berikut:

1. Menghubungkan *pin Digital* dari motor servo ke *port PWM* pada Arduino, *pin 5V* dari motor servo ke *Power Supply*, *pin GND* dari motor servo ke *port GND* pada Arduino dan ke *Power Supply*.
2. Menghubungkan Arduino pada PC.
3. *Mengcompile* dan *mengupload* program dari PC ke Arduino menggunakan *software* Arduino IDE.
4. Menempatkan kotak paket barang di posisi capit penggenggam dan mengamati hasilnya.

#### 4.5.4 Hasil Pengujian Capit Penggenggam

Hasil pengujian Capit Penggenggam dapat dilihat melalui tabel berikut:

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Capit Penggenggam

No.	Ukuran Paket Barang	Kondisi Paket Barang
1.	10 cm x 10 cm	Barang dapat terangkat dan tidak rusak
2.	11 cm x 11 cm	Barang dapat terangkat dan tidak rusak
3.	12 cm x 12 cm	Barang dapat terangkat dan tidak rusak
4.	13 cm x 13 cm	Barang dapat terangkat dan tidak rusak
5.	14 cm x 14 cm	Barang dapat terangkat dan tidak rusak
6.	15 cm x 15 cm	Barang dapat terangkat dan tidak rusak

Dari tabel 4.5. dapat disimpulkan bahwa capit penggenggam sudah berhasil dan dapat berfungsi dengan baik, data tersebut dalam penelitian ini akan digunakan untuk memindahkan paket barang ke tempat tujuannya dengan mengambil dan menempatkan paket barang tanpa merusak paket barang tersebut.

#### **4.6 Pengujian Lengan pada Robot**

Motor servo *standart* digunakan sebagai aktuator/penggerak pada bagian lengan di robot yang telah di buat dalam penelitian ini. Pengujian dilakukan dengan membuat program pada Arduino yang menjadikan motor servo sebagai *output*.

Maksud dan ketentuan dari program adalah motor servo akan diatur untuk berputar 30 derajat ke atas/searah jarum jam, sehingga lengan robot akan bergerak seperti mengangkat paket barang dan dengan memberikan beban berat secara berkala ke dalam paket barang.

##### **4.6.1 Tujuan Pengujian Lengan pada Robot**

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui berapa maksimal berat paket barang yang dapat di angkat oleh lengan robot.

##### **4.6.2 Alat yang Digunakan pada Pengujian Lengan pada Robot**

Peralatan yang dibutuhkan untuk pengujian ini yaitu sebagai berikut:

1. *Personal Computer (PC) / Laptop.*
2. Mikrokontroller Arduino.
3. Kabel USB Arduino.

4. *Software* Arduino IDE.
5. *Power Supply* 2.5 A – 5 V.
6. Kotak paket barang berbentuk kubus dengan beban berat 50 gram dan akan ditambahkan beban beratnya secara berkala per 10 gram.
7. Bagian lengan pada robot yang sudah khusus dibuat dengan motor servo *standart* sebagai aktuator / penggerakannya.

#### 4.6.3 Prosedur Pengujian Lengan pada Robot

Langkah–langkah untuk melakukan pengujian Lengan pada Robot adalah sebagai berikut:

1. Menghubungkan *pin Digital* dari motor servo ke *port* PWM pada Arduino, *pin* 5V dari motor servo ke *Power Supply*, *pin* GND dari motor servo *standart* ke *port* GND pada Arduino dan ke *Power Supply*.
2. Menghubungkan Arduino pada PC.
3. *Mengcompile* dan *mengupload* program dari PC ke Arduino menggunakan *software* Arduino IDE.
4. Menempatkan kotak paket barang yang sudah dalam kondisi tercapit dengan baik oleh capit penggenggam.
5. Menambahkan beban berat kotak paket barang secara berkala per 10 gram dan mengamati hasilnya.

#### 4.6.4 Hasil Pengujian Lengan pada Robot

Hasil pengujian Lengan pada Robot dapat dilihat melalui tabel berikut:

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Lengan pada Robot

No.	Berat Paket Barang (gram)	Status Paket Barang
1.	10	Dapat Diangkat
2.	20	Dapat Diangkat
3.	30	Dapat Diangkat
4.	40	Dapat Diangkat
5.	50	Dapat Diangkat
6.	60	Tidak Dapat Diangkat
7.	70	Tidak Dapat Diangkat
8.	80	Tidak Dapat Diangkat

Dari tabel 4.6. dapat disimpulkan bahwa maksimal berat paket barang yang dapat di angkat secara efektif oleh lengan robot adalah sebesar 50 gram.

#### 4.7 Pengujian Badan pada Robot

Motor servo *continuous* digunakan sebagai aktuator/penggerak pada bagian badan di robot yang telah di buat dalam penelitian ini dan sensor IR *Obstacle Proximity* digunakan sebagai penanda tujuan paket barang. Pengujian dilakukan dengan membuat program pada Arduino yang menjadikan sensor IR *Obstacle Proximity* sebagai *input* dan motor servo sebagai *output*. Motor servo akan diatur untuk berputar ke kanan atau ke kiri menuju arah tempat pemilahan paket barang, sehingga bagian badan pada robot akan bergerak berputar ke arah kanan atau kiri. Ketika bagian badan sudah pada posisi yang benar di masing–masing tempat pemilahan paket barang yang diidentifikasi menggunakan sensor IR *Obstacle Proximity*, maka motor servo akan berhenti memutar bagian badan pada robot.

Maksud dan ketentuan dari program yang digunakan adalah :

1. Jika *Input* dari *Serial Monitor* diberikan nilai 0, maka motor servo memutar bagian badan ke arah kanan. Pada saat nilai dari sensor IR *Obstacle Proximity* yang muncul dari *Serial Monitor* bernilai “1” motor servo akan berhenti memutar bagian badan robot.
2. Jika *Input* dari *Serial Monitor* diberikan nilai 1, maka motor servo memutar bagian badan ke arah kanan. Pada saat nilai dari sensor IR *Obstacle Proximity* yang muncul dari *Serial Monitor* bernilai “2” motor servo akan berhenti memutar bagian badan robot.
3. Jika *Input* dari *Serial Monitor* diberikan nilai 2, maka motor servo memutar bagian badan ke arah kiri. Pada saat nilai dari sensor IR *Obstacle Proximity* yang muncul dari *Serial Monitor* bernilai “1” motor servo akan berhenti memutar bagian badan robot.

#### **4.7.1 Tujuan Pengujian Badan pada Robot**

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui apakah bagian badan pada robot dapat berputar dengan baik dan dapat berhenti ketika penanda tempat pemilahan paket barang teridentifikasi oleh sensor IR *Obstacle Proximity*.

#### **4.7.2 Alat yang Digunakan pada Pengujian Badan pada Robot**

Peralatan yang dibutuhkan untuk pengujian ini yaitu sebagai berikut:

1. *Personal Computer (PC) / Laptop*.
2. Mikrokontroler Arduino.
3. Kabel USB Arduino.

4. *Software* Arduino IDE.
5. *Power Supply* 2.5 A – 5 V.
6. Sensor IR *Obstacle Proximity*.
7. Bagian badan pada robot yang sudah khusus dibuat dengan motor servo *continuous* sebagai aktuator / penggeraknya dan IR *Obstacle Proximity* sebagai sensor.

#### 4.7.3 Prosedur Pengujian Badan pada Robot

Langkah–langkah untuk melakukan pengujian bagian Badan pada Robot adalah sebagai berikut:

1. Menghubungkan *pin Digital* dari motor servo ke *port* PWM pada Arduino, *pin* 5V dari motor servo ke *Power Supply*, *pin* GND dari motor servo standart ke *port* GND pada Arduino dan ke *Power Supply*.
2. Menghubungkan *pin* OUT dari IR *Obstacle Proximity* ke *port* PWM pada Arduino. Sedangkan *pin* GND dari IR *Obstacle Proximity* terhubung pada *port* GND pada Arduino. Selanjutnya *pin* VCC dari IR *Obstacle Proximity* hubungkan ke *port* 5V pada Arduino.
3. Menghubungkan Arduino pada PC.
4. *Mengcompile* dan *mengupload* program dari PC ke Arduino menggunakan *software* Arduino IDE.
5. Menjalankan program dari *Serial Monitor* menggunakan *software* Arduino IDE.
6. Mengamati hasil perputaran badan pada robot.

#### 4.7.4 Hasil Pengujian Badan pada Robot

Hasil pengujian bagian Badan pada Robot dapat dilihat melalui tabel berikut:

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Badan pada Robot

No.	<i>Input Serial Monitor</i>	<b>Arah Perputaran Badan Robot</b>	<b>Nilai Sensor pada Serial Monitor</b>	<b>Perputaran Badan Robot</b>
1.	0	Kanan	1	Berhenti
2.	1	Kanan	2	Berhenti
3.	2	Kiri	1	Berhenti

Dari tabel 4.7. dapat disimpulkan bahwa bagian Badan pada Robot sudah dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan kondisi yang diinginkan.

#### 4.8 Pengujian Keseluruhan Sistem Lengan Robot dengan Tiga Tempat Kategori Pengiriman Paket Barang

Pengujian keseluruhan sistem lengan robot pemilah paket barang otomatis dengan tiga tempat kategori pengiriman paket barang yaitu “Dalam Pulau”, “Luar Pulau”, “Luar Negeri” dan sebanyak lima paket barang berbentuk kubus dengan variasi ukuran yaitu 10 cm x 10 cm yang memiliki berat 15 gram, 11 cm x 11 cm yang memiliki berat 25 gram, 12 cm x 12 cm yang memiliki berat 35 gram, 13 cm x 13 cm yang memiliki berat 45 gram, 14 cm x 14 cm yang memiliki berat 10 gram dan 15 cm x 15 cm yang memiliki berat 10 gram.



#### **4.8.1 Tujuan Pengujian Keseluruhan Sistem Lengan Robot dengan Tiga Tempat Kategori Pengiriman Paket Barang**

Tujuan dari pengujian ini yaitu untuk menguji apakah lengan robot dapat memilah barang secara otomatis sesuai dengan tujuannya dan dapat mengambil, meletakkan paket barang tanpa merusak paket barang tersebut.

#### **4.8.2 Alat yang Digunakan pada Pengujian Keseluruhan Sistem Lengan Robot dengan Tiga Tempat Kategori Pengiriman Paket Barang**

Peralatan yang dibutuhkan untuk pengujian ini yaitu sebagai berikut:

1. AC / DC Adapter 1A – 9V.
2. Lengan Robot.
3. Sistem Konveyor Pemilah Barang yang sudah ada.

#### **4.8.3 Prosedur Pengujian Keseluruhan Sistem Lengan Robot dengan Tiga Tempat Kategori Pengiriman Paket Barang**

Langkah–langkah untuk melakukan pengujian keseluruhan sistem lengan robot pemilah paket barang otomatis dengan tiga tempat kategori pengiriman paket barang adalah sebagai berikut:

1. Memasukkan adapter ke stopkontak.
2. Menghubungkan adapter dengan Arduino sebagai mikrokontroller Lengan Robot.
3. Memulai proses pengiriman paket barang dengan meletakkan paket barang pada sistem konveyor yang telah ada terlebih dahulu.

4. Mengamati hasil kerja Lengan Robot pemilah paket barang otomatis.

#### 4.8.4 Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem Lengan Robot dengan Tiga Tempat Kategori Pengiriman Paket Barang

Hasil pengujian Keseluruhan Sistem Lengan Robot dengan Tiga Tempat Kategori Pengiriman Paket Barang dapat dilihat melalui tabel berikut :

Tabel 4.8 Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem Lengan Robot dengan Tiga Tempat Kategori Pengiriman Paket Barang

Percobaan Ke -	Ukuran Paket Barang	Berat Paket Barang	Tujuan	Status Pemilahan Paket Barang
1	10 cm x 10 cm	15 gram	Kotak 1 "Dalam Pulau"	Berhasil
2	10 cm x 10 cm	15 gram	Kotak 2 "Luar Pulau"	Berhasil
3	10 cm x 10 cm	15 gram	Kotak 3 "Luar Negeri"	Berhasil
4	10 cm x 10 cm	55 gram	Kotak 1 "Dalam Pulau"	Berhasil
5	10 cm x 10 cm	55 gram	Kotak 2 "Luar Pulau"	Berhasil
6	10 cm x 10 cm	55 gram	Kotak 3 "Luar Negeri"	Berhasil
7	10 cm x 10 cm	65 gram	Kotak 1 "Dalam Pulau"	Tidak Berhasil
8	10 cm x 10 cm	65 gram	Kotak 2 "Luar Pulau"	Tidak Berhasil
9	10 cm x 10 cm	65 gram	Kotak 3 "Luar Negeri"	Tidak Berhasil
10	11cm x 11 cm	25 gram	Kotak 1 "Dalam Pulau"	Berhasil
11	11cm x 11 cm	25 gram	Kotak 2 "Luar Pulau"	Berhasil
12	11cm x 11 cm	25 gram	Kotak 3 "Luar Negeri"	Berhasil
13	11cm x 11 cm	55 gram	Kotak 1 "Dalam Pulau"	Berhasil
14	11cm x 11 cm	55 gram	Kotak 2 "Luar Pulau"	Berhasil

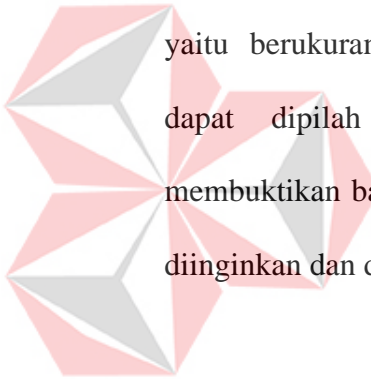
<b>Percobaan Ke -</b>	<b>Ukuran Paket Barang</b>	<b>Berat Paket Barang</b>	<b>Tujuan</b>	<b>Status Pemilahan Paket Barang</b>
15	11cm x 11 cm	55 gram	Kotak 3 “Luar Negeri”	Berhasil
16	11 cm x 11 cm	65 gram	Kotak 1 “Dalam Pulau”	Tidak Berhasil
17	11 cm x 11 cm	65 gram	Kotak 2 “Luar Pulau”	Tidak Berhasil
18	11 cm x 11 cm	65 gram	Kotak 3 “Luar Negeri”	Tidak Berhasil
19	12 cm x 12 cm	35 gram	Kotak 1 “Dalam Pulau”	Berhasil
20	12 cm x 12 cm	35 gram	Kotak 2 “Luar Pulau”	Berhasil
21	12 cm x 12 cm	35 gram	Kotak 3 “Luar Negeri”	Berhasil
22	12 cm x 12 cm	55 gram	Kotak 1 “Dalam Pulau”	Berhasil
23	12 cm x 12 cm	55 gram	Kotak 2 “Luar Pulau”	Berhasil
24	12 cm x 12 cm	55 gram	Kotak 3 “Luar Negeri”	Berhasil
25	12 cm x 12 cm	65 gram	Kotak 1 “Dalam Pulau”	Tidak Berhasil
26	12 cm x 12 cm	65 gram	Kotak 2 “Luar Pulau”	Tidak Berhasil
27	12 cm x 12 cm	65 gram	Kotak 3 “Luar Negeri”	Tidak Berhasil
28	13 cm x 13 cm	45 gram	Kotak 1 “Dalam Pulau”	Berhasil
29	13 cm x 13 cm	45 gram	Kotak 2 “Luar Pulau”	Berhasil
30	13 cm x 13 cm	45 gram	Kotak 3 “Luar Negeri”	Berhasil
31	13 cm x 13 cm	55 gram	Kotak 1 “Dalam Pulau”	Berhasil
32	13 cm x 13 cm	55 gram	Kotak 2 “Luar Pulau”	Berhasil
33	13 cm x 13 cm	55 gram	Kotak 3 “Luar Negeri”	Berhasil
34	13 cm x 13 cm	65 gram	Kotak 1 “Dalam Pulau”	Tidak Berhasil
35	13 cm x 13 cm	65 gram	Kotak 2 “Luar Pulau”	Tidak Berhasil

<b>Percobaan Ke -</b>	<b>Ukuran Paket Barang</b>	<b>Berat Paket Barang</b>	<b>Tujuan</b>	<b>Status Pemilahan Paket Barang</b>
36	13 cm x 13 cm	65 gram	Kotak 3 “Luar Negeri”	Tidak Berhasil
37	14 cm x 14 cm	10 gram	Kotak 1 “Dalam Pulau”	Berhasil
38	14 cm x 14 cm	10 gram	Kotak 2 “Luar Pulau”	Berhasil
39	14 cm x 14 cm	10 gram	Kotak 3 “Luar Negeri”	Berhasil
40	14 cm x 14 cm	50 gram	Kotak 1 “Dalam Pulau”	Berhasil
41	14 cm x 14 cm	50 gram	Kotak 2 “Luar Pulau”	Berhasil
42	14 cm x 14 cm	50 gram	Kotak 3 “Luar Negeri”	Berhasil
43	14 cm x 14 cm	60 gram	Kotak 1 “Dalam Pulau”	Tidak Berhasil
44	14 cm x 14 cm	60 gram	Kotak 2 “Luar Pulau”	Tidak Berhasil
45	14 cm x 14 cm	60 gram	Kotak 3 “Luar Negeri”	Tidak Berhasil
46	15 cm x 15 cm	10 gram	Kotak 1 “Dalam Pulau”	Berhasil
47	15 cm x 15 cm	10 gram	Kotak 2 “Luar Pulau”	Berhasil
48	15 cm x 15 cm	10 gram	Kotak 3 “Luar Negeri”	Berhasil
49	15 cm x 15 cm	50 gram	Kotak 1 “Dalam Pulau”	Berhasil
50	15 cm x 15 cm	50 gram	Kotak 2 “Luar Pulau”	Berhasil
51	15 cm x 15 cm	50 gram	Kotak 3 “Luar Negeri”	Berhasil
52	15 cm x 15 cm	60 gram	Kotak 1 “Dalam Pulau”	Tidak Berhasil
53	15 cm x 15 cm	60 gram	Kotak 2 “Luar Pulau”	Tidak Berhasil
54	15 cm x 15 cm	60 gram	Kotak 3 “Luar Negeri”	Tidak Berhasil
55	9 cm x 9 cm	8 gram	Kotak 1 “Dalam Pulau”	Berhasil
56	9 cm x 9 cm	8 gram	Kotak 2 “Luar Pulau”	Berhasil

<b>Percobaan Ke -</b>	<b>Ukuran Paket Barang</b>	<b>Berat Paket Barang</b>	<b>Tujuan</b>	<b>Status Pemilahan Paket Barang</b>
57	9 cm x 9 cm	8 gram	Kotak 3 “Luar Negeri”	Berhasil
58	9 cm x 9 cm	48 gram	Kotak 1 “Dalam Pulau”	Berhasil
59	9 cm x 9 cm	48 gram	Kotak 2 “Luar Pulau”	Berhasil
60	9 cm x 9 cm	48 gram	Kotak 3 “Luar Negeri”	Berhasil
61	9 cm x 9 cm	58 gram	Kotak 1 “Dalam Pulau”	Tidak Berhasil
62	9 cm x 9 cm	58 gram	Kotak 2 “Luar Pulau”	Tidak Berhasil
63	9 cm x 9 cm	58 gram	Kotak 3 “Luar Negeri”	Tidak Berhasil
64	8 cm x 8 cm	8 gram	Kotak 1 “Dalam Pulau”	Tidak Berhasil
65	8 cm x 8 cm	8 gram	Kotak 2 “Luar Pulau”	Tidak Berhasil
66	8 cm x 8 cm	8 gram	Kotak 3 “Luar Negeri”	Tidak Berhasil
67	15 cm x 16 cm	10 gram	Kotak 1 “Dalam Pulau”	Berhasil
68	15 cm x 16 cm	10 gram	Kotak 2 “Luar Pulau”	Berhasil
69	15 cm x 16 cm	10 gram	Kotak 3 “Luar Negeri”	Berhasil
70	15 cm x 16 cm	50 gram	Kotak 1 “Dalam Pulau”	Berhasil
71	15 cm x 16 cm	50 gram	Kotak 2 “Luar Pulau”	Berhasil
72	15 cm x 16 cm	50 gram	Kotak 3 “Luar Negeri”	Berhasil
73	15 cm x 16 cm	60 gram	Kotak 1 “Dalam Pulau”	Tidak Berhasil
74	15 cm x 16 cm	60 gram	Kotak 2 “Luar Pulau”	Tidak Berhasil
75	15 cm x 16 cm	60 gram	Kotak 3 “Luar Negeri”	Tidak Berhasil
76	15 cm x 17 cm	11 gram	Kotak 1 “Dalam Pulau”	Berhasil
77	15 cm x 17 cm	11 gram	Kotak 2 “Luar Pulau”	Berhasil

<b>Percobaan Ke -</b>	<b>Ukuran Paket Barang</b>	<b>Berat Paket Barang</b>	<b>Tujuan</b>	<b>Status Pemilahan Paket Barang</b>
78	15 cm x 17 cm	11 gram	Kotak 3 “Luar Negeri”	Berhasil
79	15 cm x 17 cm	51 gram	Kotak 1 “Dalam Pulau”	Berhasil
80	15 cm x 17 cm	51 gram	Kotak 2 “Luar Pulau”	Berhasil
81	15 cm x 17 cm	51 gram	Kotak 3 “Luar Negeri”	Berhasil
82	15 cm x 17 cm	61 gram	Kotak 1 “Dalam Pulau”	Tidak Berhasil
83	15 cm x 17 cm	61 gram	Kotak 2 “Luar Pulau”	Tidak Berhasil
84	15 cm x 17 cm	61 gram	Kotak 3 “Luar Negeri”	Tidak Berhasil
85	15 cm x 18 cm	11 gram	Kotak 1 “Dalam Pulau”	Berhasil
86	15 cm x 18 cm	11 gram	Kotak 2 “Luar Pulau”	Berhasil
87	15 cm x 18 cm	11 gram	Kotak 3 “Luar Negeri”	Berhasil
88	15 cm x 18 cm	51 gram	Kotak 1 “Dalam Pulau”	Berhasil
89	15 cm x 18 cm	51 gram	Kotak 2 “Luar Pulau”	Berhasil
90	15 cm x 18 cm	51 gram	Kotak 3 “Luar Negeri”	Berhasil
91	15 cm x 18 cm	61 gram	Kotak 1 “Dalam Pulau”	Tidak Berhasil
92	15 cm x 18 cm	61 gram	Kotak 2 “Luar Pulau”	Tidak Berhasil
93	15 cm x 18 cm	61 gram	Kotak 3 “Luar Negeri”	Tidak Berhasil
94	15 cm x 19 cm	12 gram	Kotak 1 “Dalam Pulau”	Tidak Berhasil
95	15 cm x 19 cm	12 gram	Kotak 2 “Luar Pulau”	Tidak Berhasil
96	15 cm x 19 cm	12 gram	Kotak 3 “Luar Negeri”	Tidak Berhasil

Berdasarkan hasil pengujian keseluruhan sistem lengan robot dengan tiga tempat kategori pengiriman paket barang pada tabel 4.8. terdapat 60 kali keberhasilan dan 36 kali kegagalan dalam total 96 kali percobaan. Kegagalan dalam percobaan tersebut disebabkan oleh 2 hal, yang pertama berat paket barang yang melebihi kapasitas maksimum berat paket barang seberat 55 gram, sedangkan faktor kegagalan lainnya yaitu dalam hal ukuran paket barang yang terlalu kecil dan terlalu besar sehingga *end effector* Lengan Robot yang merupakan capit penggenggam tidak dapat menggenggam paket barang. Dalam percobaan pada Tabel 4.8. dapat ditentukan bahwa ukuran minimal paket barang yang dapat dipilah oleh Lengan Robot ini yaitu berukuran 9 cm x 9 cm, sedangkan ukuran maksimal paket barang yang dapat dipilah oleh Lengan Robot ini yaitu berukuran lebar 18 cm. Hal ini membuktikan bahwa Lengan Robot sudah dapat berkerja sesuai dengan tujuan yang diinginkan dan dengan batasan-batasan yang ada dalam penelitian ini.



## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan dari hasil evaluasi dan pengujian yang sudah dilakukan dalam Rancang Bangun Lengan Robot Pemilah Paket Barang Otomatis Berbasis Radio Frequency Identification (RFID) sehingga dapat dibuat beberapa kesimpulan sebagai berikut:

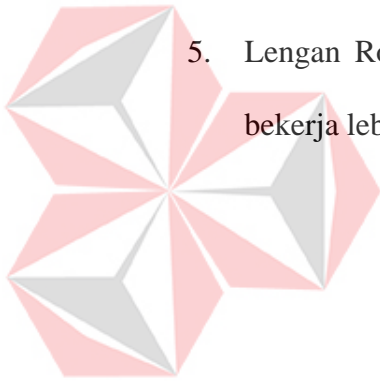
1. Robot mampu menentukan tujuan paket barang dengan menggunakan informasi yang didapat dari komunikasi serial dengan Sistem Konveyor yang sudah ada berdasarkan kartu RFID.
2. Robot mampu menuju ke posisi tujuan tempat pemilah paket barang dengan cara menggunakan sistem counter dari sensor IR *Obstacle Proximity*.
3. Robot mampu mengangkat dan meletakkan paket barang dengan ukuran paket barang terkecil sebesar 9 cm x 9 cm dan ukuran paket barang terbesar sebesar panjang 15 cm dan lebar 18 cm, sedangkan maksimal berat paket barang seberat 55 gram.
4. Dari hasil pengujian keseluruhan sistem robot dapat berhasil mengeksekusi 60 kali dan gagal mengeksekusi 36 kali.

#### **5.2 Saran**

Agar pada penelitian selanjutnya sistem ini dapat dikembangkan lebih baik lagi, maka penulis memberikan saran sebagai berikut:



1. Untuk kedepannya *end effector* robot dibuat menggunakan mekanisme *valve* atau solenoid agar robot bisa mengangkat paket barang dengan mudah.
2. Untuk kedepannya perancangan mekanik robot diharapkan lebih presisi dan dengan mekanisme yang lebih kokoh agar dapat mengangkat paket barang dengan berat yang cukup berat.
3. Lengan Robot ini dapat dikembangkan dalam sisi pendeteksian paket barang yang lebih baik agar lengan robot dapat mengangkat berbagai macam bentuk paket barang.
4. Untuk kedepannya robot bisa ditambahkan Bluetooth atau XBee pro sebagai alat komunikasi antar robot atau dengan sistem yang lainnya.
5. Lengan Robot ini dapat dikembangkan dalam sisi mobilitasnya agar dapat bekerja lebih efisien.



## DAFTAR PUSTAKA

- Ahson, Syed A., dan Mohammad Ilyas. 2017. *RFID Handbook: Applications, Technology, Security, and Privacy*. Florida: CRC Press.
- Boboulos, Miltiadis A. 2010. *Automation and Robotics*. London: Bookbon.
- Budiharto, W. 2014. *Robotika Modern, Teori dan Implementasi*. Yogyakarta: Andi Publisher.
- Djuandi, Feri. 2011. *Pengenalan Arduino*. Jakarta: Elexmedia.
- Hanif, M. H., A. Triwiyatno, dan M. A. Riyadi. 2017. *PERANCANGAN SISTEM OTOMATISASI PENYIMPANAN BARANG BERBASIS KLASIFIKASI RFID PADA ROBOT PICK AND PLACE MENGGUNAKAN PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC) OMRON CPM1A*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Pitowarno, Endra. 2007. *Robotika : Desain, Kontrol, dan Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta: Andi Publisher.
- Suyadhi, Taufiq Dwi Septian. 2011. *Buku Pintar Robotika : Bagaimana Merancang Dan Membuat Robot Sendiri*. Yogyakarta: Andi Publisher.
- Wardana, Kusuma. 2015. *Teknik Antarmuka MATLAB dan Arduino - Membangun Interaksi antara Bahasa Komputasi Teknis dengan Platform Berbasis Mikrokontroler*. Yogyakarta: Miarana.
- www.arduino.cc. 2017. *Arduino MEGA 2560 & Genuino MEGA 2560*. 7 October. <https://www.arduino.cc>.
- www.circuits4you.com. 2016. *Arduino ir proximity sensor interfacing*. 18 April. [www.circuits4you.com](http://www.circuits4you.com).
- www.elektronika-dasar.web.id. 2017. *Limit Switch Dan Saklar Push ON*. 24 October. [www.elektronika-dasar.web.id](http://www.elektronika-dasar.web.id).
- www.instructables.com. 2017. *Interfacing RFID-RC522 With Arduino MEGA a Simple Sketch*. 17 November. <http://www.instructables.com>.
- www.zonaelektro.net. 2017. *Motor Servo*. 27 September. [www.zonaelektro.net](http://www.zonaelektro.net).