PROTOTIPE *FORKLIFT* MENGGUNAKKAN SENSOR PENDETEKSI JARAK DAN *BLUETOOTH* BERBASIS ARDUINO DENGAN APLIKASI ANDROID

BAGUS SETIADI

5215127127

Skripsi ini Ditulis untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan dalam Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2017

ABSTRAK

Bagus Setiadi, Prototipe *Forklift* Menggunakan Sensor Pendeteksi Jarak dan *Bluetooth* Berbasis Arduino dengan Aplikasi Android. Skripsi. Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika. Jakarta: Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta, 2017. Dosen Pembimbing, Drs. Jusuf Bintoro, MT dan Syufrijal, M.T.

Penelitian ini bertujuan membuat sistem kendali untuk mempermudah kendali pada *forklift* dengan menggunakan *smartphone* sebagai *interfacing*. Dalam rangka mencegah terjadinya kecelakaan pada operator *forklift* dan pekerja lain. Penelitian skripsi dilakukan di Laboratorium Elektronika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta. Penelitian dilakukan dari bulan April 2016 sampai dengan Januari 2017.

Penelitian ini dilakukan menggunakan metode R dan D (*Research and Development*) yang meliputi potensi dan masalah, pengumpulan data, desain produk, perbaikan desain, dan uji coba produk. Penelitian ini terdiri dari 3 subsistem yaitu input, proses, dan output. Subsistem input terdiri dari *smartphone* android dan sensor ultrasonik. Pada *smartphone* terdapat aplikasi android yang digunakan sebagai kendali prototipe *forklift* melalui jaringan *bluetooth*. Sensor ultrasonik digunakan sebagai sensor pendeteksi jarak. Pada subsistem proses terdapat arduino yang akan saling bertukar data dengan *smartphone* android sebagai *interface*. Sedangkan pada subsistem *output* terdapat motor DC yang digunakan pada ban depan prototipe *forklift* dan *fork*. Motor servo digunakan sebagai arah belok prototipe *forklift* yang terdapat pada ban belakang. Selain pada ban, motor servo digunakan untuk mengatur posisi *mast*.

Dari hasil penelitian "Prototipe *Forklift* Menggunakan Sensor Pendeteksi Jarak dan *Bluetooth* Berbasis Arduino dengan Aplikasi Android", prototipe *forklift* dapat mendeteksi objek yang berjarak kurang dari 50 cm, memiliki rata-rata kecepatan 0.16 m/s, dan dapat mengangkat beban maksimum 750 gram, serta dapat dikendalikan maju, mundur, belok kiri, dan belok kanan oleh *smartphone* android melalui bluetooth.

Katakunci: Prototipe *Forklift*, *Bluetooth*, *Smartphone*, Sensor Ultrasonik

ABSTRACT

Bagus Setiadi, Forklift Prototype Takes Distance Detector Sensor and Bluetooth Arduino-Based Using Android Application. Thesis. Electrical Engineering Department Faculty of Engineering, State University of Jakarta, Jakarta, 2017. Supervisors, Drs. Jusuf Bintoro, MT and Syufrijal, M.T.

This research aims to create a control system to control the forklift using smartphone interfacing easily. It is in order to prevent accidents on the forklift operator and other workers. This research conducted at the electronics laboratory, Faculty of Engineering, State University of Jakarta from April 2016 to January 2017.

This research used R and D method (Research and Development), which includes the potential and problems, data collection, product design, design improvements, and product trials. The research consists of three subsystems. They are input, process, and output. Input subsystem consists of android smartphone and ultrasonic sensors. In smartphone, there is an android application which is used as the control of forklift through bluetooth network. Ultrasonic sensors are used as the distance detector sensor. In process subsystem, there is an arduino that will exchange data with android smartphone as interfaces. While in the output subsystem, there are DC motors which are used on the front tires of forklift prototype and fork. Servo motors are used to turn directions of forklift prototype which are on the rear tires. Servo motors are also used to adjust the position of the mast.

From the research "forklift prototype takes distance detector sensor and bluetooth arduino-based using android application", forklift prototype can detect objects within less than 50 cm, has an average speed of 0.16 m/s, and can lift a maximum load of 750 grams. In addition, forklift prototype can be controlled to go forward, backward, turn left, and turn right by android smartphone via buetooth.

Keywords: Forklift Prototype, Bluetooth, Smartphone, Ultrasonic Sensor

HALAMAN PENGESAHAN

NAMA DOSEN	TANDA TANGAN	TANGGAL
Drs. Jusuf Bintoro, MT. (Dosen Pembimbing 1)	.....	27/02/2017
Syufrijal, MT. (Dosen Pembimbing 2)	.....	27/02/2017

PENGESAHAN PANITIA UJIAN SKRIPSI

NAMA DOSEN	TANDA TANGAN	TANGGAL
Drs. Wisnu Djatmiko, MT (Ketua Penguji)	.....	27/02/2017
Arum Setyowati, MT . (Sekretaris)	.....	24/02/2017
Drs. Pitoyo Yuliatmojo, MT. (Dosen Ahli)	.....	27/02/2017

Tanggal Lulus :

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis skripsi saya ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di perguruan tinggi negeri lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri dengan arahan dosen pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, Februari 2017

Yang membuat pernyataan

Bagus Setiadi

5215127127

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis sampaikan kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas segala karunia dan rahmat-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Pendidikan Teknik Elektronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta. Saya menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, sangatlah sulit bagi saya untuk menyusun skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada :

1) Drs. Pitoyo Yuliatmojo, M.T selaku Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika.
2) Drs. Jusuf Bintoro, M.T. selaku dosen pembimbing I atas segala ketulusan, kesabaran, dan motivasi untuk menyelesaikan skripsi.
3) Syufrijal, M.T selaku dosen pembimbing II atas bimbingan dan saran untuk menyelesaikan skripsi.

Akhir kata, semoga Allah Subhana Wa Ta'ala membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu penyusunan skripsi ini dengan balasan yang lebih baik. Semoga skripsi ini membawa manfaat yang besar bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Jakarta, Februari 2017

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL ..... **i**
ABSTRAK ..... **ii**
HALAMAN PENGESAHAN ..... **iv**
HALAMAN PERNYATAAN ..... **v**
KATA PENGANTAR ..... **vi**
DAFTAR ISI ..... **vii**
DAFTAR TABEL ..... **x**
DAFTAR GAMBAR ..... **xi**
DAFTAR LAMPIRAN ..... **xiii**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Identifikasi Masalah 5
1.3. Pembatasan Masalah 6
1.4. Rumusan Masalah 6
1.5. Tujuan Penelitian 6
1.6. Manfaat Penelitian 7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **8**
2.1. Kerangka Berpikir 8
2.1.1. Definisi Prototipe 8
2.1.1.1.Karakteristik Metode Prototipe 9
2.1.1.2.Keunggulan dan Kelemahan Metode Prototipe 10
2.1.2. Definisi *Forklift* 11
2.1.3. Prototipe *Forklift* 14
2.1.4. Definisi Keselamatan dan Kesehatan Kerja 15
2.1.5. Alat Deteksi Jarak 16
2.1.5.1.Sensor Ultrasonik 16
2.1.6. Android 21
2.1.7. *Bluetooth* 23

2.1.7.1.Definisi *Bluetooth* 23
2.1.8. Arduino 27
2.1.8.1.Definisi Arduino 27
2.1.8.2.Arduino IDE 29
2.1.8.3.Arduino Uno 30
2.1.9. Motor DC 32
2.1.9.1.Definisi Motor DC 32
2.1.9.2.Sistem Kontrol Torsi pada Motor DC 34
2.1.9.3.Driver Motor DC 37
2.1.10. Motor Servo 41
2.1.11. Baterai 43
2.1.12. MIT App Inventor 46
2.1.13. Metode *Research and Development* (R&D) 47
2.1.13.1. Definisi Metode *Research and Development* (R&D) 47
2.1.13.2. Langkah-langkah R & D 47
2.2. Kerangka Berpikir 50
2.2.1. Blok Diagram 51
2.2.2. *Flowchart* 53
2.2.3. Hipotesis Penelitian 58
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 59
3.1.Tempat dan Waktu Penelitian 59
3.2.Metode Pengembangan Produk 59
3.2.1. Tujuan Pengembangan Produk 59
3.2.2. Metode Pengembangan 59
3.2.3. Sasaran Produk 60
3.2.4. Instrumen Penelitian 60
3.3.Prosedur Pengembangan 61
3.3.1. Tahap Penelitian dan Pengumpulan Informasi 61
3.3.2. Tahap Perencanaan 62
3.3.3. Tahap Desain Produk 62
3.3.3.1.Perancangan Desain Prototipe 62

3.3.3.2.Perancangan Perangkat Keras 64
3.3.3.3.Perancangan Perangkat Lunak 71
3.4.Teknik Pengumpulan Data 79
3.4.1. Pengujian Sistem Pengendali 80
3.5.Pengujian Sistem Peandeteksi Jarak 87
3.5.1. Kriteria Pengujian Sensor Ultrasonik 87
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN 90
4.1.Hasil Penelitian 90
4.1.1. Hasil Pengujian Sistem Pengendali 91
4.1.1.1.Hasil Pengujian *Bluetooth* 91
4.1.1.2.Hasil Pengujian Komunikasi *Bluetooth* 93
4.1.1.3.Hasil Pengujian Motor DC 94
4.1.1.4.Hasil Pengujian Motor Servo 95
4.1.2. Hasil Pengujian Sistem Pendeteksi Jarak 96
4.1.2.1.Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik 96
4.2.Pembahasan 98
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 109
A. Keimpulan 109
B. Saran 110
DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1 Kontrol Arah Gerak *Driver* Motor 40
Tabel 3.1 Koneksi Pin I/O dengan Pin Arduino 72
Tabel 3.2 Fungsi Tombol-Tombol pada Aplikasi Android 78
Tabel 3.3 Pengujian Komunikasi *Bluetooth* 81
Tabel 3.4 Kriteria Pengujian Jarak Koneksi *Bluetooth* Tanpa Halangan 81
Tabel 3.5 Kriteria Pengujian Jarak Koneksi *Bluetooth* dengan Halangan 82
Tabel 3.6 Kriteria Pengujian Aplikasi *Interface* Android 83
Tabel 3.7 Pengujian Arah Putaran Motor DC 1 (Roda Mobil) 84
Tabel 3.8 Pengujian Arah Putaran Motor DC 2 (*fork*) 85
Tabel 3.9 Pengujian Kecepatan Motor DC 85
Tabel 3.10 Pengujian Kekuatan Motor DC (*fork*) 86
Tabel 3.11 Pengujian Motor Servo 87
Tabel 3.12 Kriteria Pengujian Jangkauan Sensor Jarak Depan (Kiri) 88
Tabel 3.13 Kriteria Pengujian Jangkauan Sensor Jarak Depan (Kanan) 88
Tabel 3.14 Kriteria Pengujian Jangkauan Sensor Jarak Belakang 89
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Jarak Koneksi *Bluetooth* Tanpa Halangan 91
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Jarak Koneksi *Bluetooth* Dengan Halangan 92
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Aplikasi *Interface* Android 92
Tabel 4.4 Pengujian Komunikasi *Bluetooth* 93
Tabel 4.5 Pengujian Arah Putaran Motor DC 1 (Roda Mobil) 94
Tabel 4.6 Pengujian Arah Putaran Motor DC 2 (*Fork*) 94
Tabel 4.7 Pengujian Kecepatan Motor DC 95
Tabel 4.8 Pengujian Kekuatan Motor DC 95
Tabel 4.9 Pengujian Motor Servo 96
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Jarak Jangkauan Sensor Jarak Depan (Kiri) 97
Tabel 4.11 Hasil Pengujian Jarak Jangkauan Sensor Jarak Depan (Kanan) 97
Tabel 4.12 Hasil Pengujian Jarak Jangkauan Sensor Jarak Belakang 97

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1 Prinsip Kerja Sistem *Traction* 12
Gambar 2.2 Prinsip Kerja Sistem *Hydraulic* 13
Gambar 2.3 Prinsip Kerja Sistem *Steering* 14
Gambar 2.4 Sensor Ultrasonik 17
Gambar 2.5 Diagram Waktu Sensor Ultrasonik 18
Gambar 2.6 Cara Kerja Sensor Ultrasonik 19
Gambar 2.7 Skema Rangkaian Pemancar Gelombang Ultrasonik 20
Gambar 2.8 Skema Rangkaian Penerima Gelombang Ultrasonik 21
Gambar 2.9 Logo Android 22
Gambar 2.10 Blok Diagram Distribusi Data Bluetooth 24
Gambar 2.11 Transmisi Data Antar *Master* dengan *Slave Bluetooth* 24
Gambar 2.12 Modul *Bluetooth* HC-06 26
Gambar 2.13 Tampilan Sketsa Arduino IDE 30
Gambar 2.14 Arduino UNO R3 32
Gambar 2.15 Motor DC 33
Gambar 2.16 Diagram Blok Sistem Kontrol Torsi Motor DC 34
Gambar 2.17 Rangkaian Sistem Kontrol Kecepatan 35
Gambar 2.18 Rangkaian Sistem Kontrol Arus 36
Gambar 2.19 Rangkaian Penguat Sinyal Kontrol dan Sensor Arus 36
Gambar 2.20 Rangkaian Driver Motor DC menggunakan Transistor 39
Gambar 2.21 Rangkain Driver Motor IC L293D 41
Gambar 2.22 Sistem Mekanik Motor Servo 42
Gambar 2.23 Pergerakan Motor Servo 43
Gambar 2.24 Ilustrasi dari Anoda 44
Gambar 2.25 Ilustrasi dari Katoda 44
Gambar 2.26 Larutan Elektrolite pada Sebuah Baterai (Pasta) 45
Gambar 2.27 Langkah–langkah Metode R&D 48
Gambar 2.28 Blok Diagram Prototipe *Forklift* 51
Gambar 2.29 *Flowchart Porototipe Forklift* 1 55

Gambar 2.30 *Flowchart* Prototipe *Forklift* 2 56
Gambar 2.31 *Flowchart* Prototipe *Forklift* 3 57
Gambar 3.1 Desain Prototipe Tampak Depan 63
Gambar 3.2 Desain Prototipe Tampak Belakang 64
Gambar 3.3 Skema Rangkaian Alat 65
Gambar 3.4 Baterai 66
Gambar 3.5 Koneksi pin arduino dengan *Driver* L298N 67
Gambar 3.6 Modul Bluetooth HC-06 68
Gambar 3.7 Koneksi Pin Modul *Bluetooth* dengan Pin Arduino 68
Gambar 3.8 Koneksi Pin Motor Servo dengan Pin Arduino 69
Gambar 3.9 Koneksi Pin Sensor Ultrasonik dengan Pin Arduino 71
Gambar 3.10 Tampilan awal App Inventor 75
Gambar 3.11 Tombol *Start New Project* App Inventor 75
Gambar 3.12 Tampilan Layar Utama App Inventor 76
Gambar 3.13 Tampilan Layar Pembuatan *Block* 76
Gambar 3.14 Tombol Build pada App Inventor 77
Gambar 3.15 Aplikasi *Interface* Sistem Kendali Prototipe *Forklift* 77
Gambar 4.1 Prototipe Mobil *Forklift* (Tampak Depan) 90
Gambar 4.2 Prototipe Mobil *Forklift* (Tampak Belakang) 90

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Pengujian
Lampiran 2. Program Arduino IDE
Lampiran 3. Program App Inventor
Lampiran 4. Riwayat Hidup

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada era modernisasi ini manusia tak akan pernah lepas dari sebuah teknologi. Hal tersebut terjadi dikarenakan seseorang menggunakan akalnya untuk menyelesaikan setiap masalah yang dihadapinya. Jenis-jenis pekerjaan yang sebelumnya menuntut kemampuan fisik yang cukup besar kini relatif sudah bisa digantikan oleh perangkat-perangkat mesin, komputer, kendaraan, *handphone*, dan lain sebagainya. Dengan semakin cepatnya perkembangan pada mesin-mesin pengangkat yang dimulai dari sejak ditemukannya mesin-mesin penggerak seperti mesin uap motor bakar dan motor listrik, dimana mulai saat itu dikenal pula alat-alat pengangkat yang sederhana sampai yang menggunakan teknologi yang lebih maju.

Sejalan dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, peralatan serta cara kerja di setiap organisasi baik perusahaan ke arah penggunaan peralatan maupun cara kerja yang semakin canggih. Sumber Daya Manusia (SDM) sebagai salah satu unsur dalam proses produksi di samping dituntut untuk senantiasa meningkatkan kemampuan diri juga diharapkan mewaspadai pemanfaatan unsur lainnya berupa peralatan kerja yang lebih dianggap canggih dan modern. Mekanisme cara-cara kerja dengan peralatan yang canggih tidak selalu membawa keuntungan dan kemudahan bagi pekerja melainkan tidak jarang juga membawa musibah kecelakaan, penyakit, dan bahkan kematian bagi penggunanya (Markkanen, 2014).

Analisa kecelakaan memperlihatkan bahwa untuk setiap kecelakaan ada faktor penyebabnya. Sebab-sebab tersebut bersumber kepada alat-alat mekanik dan lingkungan serta kepada manusianya sendiri. Untuk mencegah kecelakaan, penyebab-penyebab ini harus dihilangkan. Delapan puluh lima persen dari sebab-sebab kecelakaan adalah faktor manusia. Maka dari itu usaha-usaha keselamatan selain ditujukan kepada teknik mekanik juga harus memperhatikan secara khusus aspek manusiawi (Suma'mur, 1993:3). Dalam hal ini, pengetahuan dan pemahaman Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) kepada tenaga kerja merupakan saran yang sangat penting. Perlunya pencegahan terhadap kecelakaan dapat ditempuh dengan memberikan pengertian tentang keselamatan kesehatan kerja serta penerapan sikap terhadap keselamatan kerja pada karyawan untuk mengurangi timbulnya kecelakaan.

Dengan pengetahuan tentang keselamatan kerja yang tinggi dan pengalaman kerja, bahaya-bahaya kecelakaan mendapat perhatian dari tenaga kerja yang bersangkutan. Pengenalan saja terhadap pekerjaan dan bahaya-bahaya kecelakaannya jauh dari cukup bagi keselamatan kerja. Oleh karena pengenalan bersifat pasif dan tidak bersatu dengan proses belajar dalam praktek. Maka dari itu, usaha-usaha keselamatan harus mulai diberikan sejak tingkat latihan kepada tenaga kerja supaya pelaksanaan K3 benar-benar diterapkan saat bekerja (Budiono, 2003:190).

Dalam menghadapi persaingan yang semakin ketat, hal ini membuat para pengelola bisnis untuk menghasilkan produk yang lebih baik dan meningkatkan kualitas dari pekerja dengan cara mengutamakan keselamatan dan kesehatan kerja. Untuk menghasilkan hal tersebut diperlukan sarana dan pengelolaan

manajemen yang baik. Kesalahan menggunakan sarana, dalam hal ini peralatan, biasanya berdampak negatif seperti kecelakaan kerja, kebakaran, pencemaran lingkungan serta penyakit yang disebabkan karena kerja. Bahaya-bahaya tersebut akan menimbulkan kerugian jiwa, materi, bahkan masyarakat luas. Untuk mencegah terjadinya kecelakaan tersebut maka sudah sewajarnya suatu prusahaan memperhatikan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) yang erat kaitannya dengan peningkatan produksi dan produktivitas. Dengan adanya tingkat K3 yang tinggi, maka kecelakaan kerja dapat dikurangi sehingga dapat mengurangi biaya untuk pengobatan. Tingkat K3 yang tinggi haruslah sejalan dengan pemeliharaan dan penggunaan peralatan kerja dan mesin secara aman, produktif dan efisien serta berhubungan dengan tingkat produksi dan produktivitas yang tinggi pula. Kondisi tersebut akan membuat pekerja merasa nyaman dan juga dapat diserasikan dengan tingkat efisiensi yang tinggi.

Salah satu kebutuhan prasarana dari suatu pabrik atau industri-industri adalah mesin-mesin pengangkat yang mudah digerakkan dengan kapasitas yang sesuai dengan kebutuhan. Di antara mesin-mesin penanganan bahan yang diperlukan dalam kegiatan industri, kendaraan *forklift* merupakan salah satu peralatan yang sangat membantu kelancaran industri khususnya dalam hal efisiensi waktu. Fungsi dari *forklift* tidak hanya sekedar mengangkat saja, tetapi juga dapat memindahkan dan menumpukan muatan dalam suatu susunan tertentu dengan mobilitas tinggi. Di sisi lain, penggunaan *forklift* memiliki beberapa kelemahan. Salah satu di antaranya adalah barang yang diangkut menghalangi pandangan pengemudi *forklift* yang dapat menyebabkan terbenturnya barang yang sedang diangkut

sehingga menyebabkan terjadinya kecelakaan yang melibatkan pekerja, pengemudi jatuh dari *forklift*, pengemudi kejatuhan beban, dan kecelakaan *forklift*.

Mengutip dari website www.safetysign.co.id, bahwa kecelakaan *forklift* berdasarkan penelitian pada tahun 2014-2015 yang dilakukan oleh *Health and Safety Executive* (HSE) di Inggris menyebutkan sektor industri transportasi dan manufaktur adalah penyumbang terbesar kecelakaan kerja dan *forklift* sebagai faktor penyebab paling banyak. Tercatat sebanyak 23 pengemudi *forklift* tewas dan sekitar 500 lainnya mengalami cedera ringan akibat tabrakan kendaraan di tempat kerja.

Berdasarkan penjelasan di atas, peneliti ingin melakukan penelitian untuk membuat "prototipe *forklift* menggunakan sensor pendeteksi jarak dan *bluetooth* berbasis arduino dengan aplikasi android". Prototipe dirancang dengan sistem yaitu sistem pengendali menggunakan *smartphone* android. Untuk itu, membuat prototipe *forklift* ini dibutuhkan komponen yang mendukung pada sistem pengendali tersebut. Pada sistem pengendali, pengguna (operator) dapat menggunakan *smartphone* android untuk melakukan komunikasi dengan prototipe *forklift*. Komunikasi tersebut ialah dengan menggunakan *bluetooth* yang saat ini semua *smartphone* pasti memiliki komunikasi tersebut. *Forklift* dikontrol oleh operator, dengan memberikan informasi data melalui *smartphone* android dan *forklift* akan berjalan sesuai data yang dimasukkan oleh operator. Sedangkan kontrol gerakan dari *forklift* bervariasi. Dengan adanya *forklift* ini pekerjaan yang memerlukan tingkat kesulitan dan resiko kecelakan yang tinggi di dunia industri dapat ditangani dengan media *bluetooth* dan sensor deteksi jarak. Sebuah *forklift* dapat dikendalikan oleh operator dengan menggunakan *smartphone* android

sehingga dapat mengurangi kecelakaan kerja pada pengemudi *forklit* maupun pekerja lain.

1.2. Identifikasi Masalah

Ditinjau dari latar belakang masalah, maka permasalahan dapat di identifikasikan sebagai berikut:

1. Bagaimana cara membuat sistem pengendali pada prototipe *forklift* dengan menggunakan modul *bluetooth*?
2. Bagaimana cara membuat sistem pendeteksi jarak menggunakan sensor ultrasonik yang dihubungkan dengan *smartphone* android melalui arduino?
3. Jika sebelumnya menggunakan manusia sebagai pengendali yang berada di dalam *forklift*, bagaimana melakukan pengembangan sistem kontrol/kendali menggunakan mikrokontroler dan *smartphone* android sehingga operator berada di luar *forklift*?
4. Bagaimana merancang dan membuat program Arduino IDE menggunakan arduino dalam hal mengirim dan menerima data dari *smartphone* android ke prototipe *forklift*?
5. Apakah aplikasi *smartphone* android dapat diaplikasikan dengan menggunakan arduino melalui komunikasi *bluetooth?*
6. Apakah kontrol prototipe *forklift* menggunakan *smartphone* android menjadi lebih efektif dan efisien?

1.3. Pembatasan Masalah

Agar permasalahan yang diteliti lebih fokus dan tampak jelas permasalahannya dalam melakukan pengembangan sistem kendali pada prototipe *forklift* maka harus ada batasan-batasan masalah. Peneliti membatasi permasalahan pada rancang bangun aplikasi menggunakan *smartphone* android dan sensor ultrasonik sebagai *input*. Selain sebagai *input*, *smartphone* android digunakan sebagai *interface* dari sistem mikrokontroler yaitu menggunakan arduino sebagai sistem kendali, motor DC dan motor servo sebagai *output.*

1.4. Perumusan Masalah

Dari pembatasan masalah, maka perumusan masalah yang akan di teliti adalah "Bagaimana merancang komunikasi *smartphone* android dengan arduino melalui komunikasi *bluetooth* untuk mengontrol pergerakkan motor DC dan motor servo pada prototipe *forklift* sehingga prototipe dapat berjalan dan mengangkat beban sesuai dengan perintah dari tombol aplikasi android pada *smarthphone* serta dapat mendeteksi jarak menggunakan sensor ultrasonik?"

1.5. Tujuan Penelitian

Adapun beberapa tujuan dari perancangan aplikasi android pengendali prototipe *forklift* dengan komunikasi *bluetooth* menggunakan arduino adalah sebagai berikut:

1. Membuat program aplikasi android yang bisa digunakan untuk mengendalikan prototipe *forklift* sebagai pembuatan skripsi.

2. Melakukan koneksi antara *smartphone* dan arduino menggunakan metode komunikasi *bluetooth* untuk mengendalikan prototipe *forklift* dan mendeteksi jarak yang berada di depan prototipe maupun di belakangnya.

1.6. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini ialah untuk mengembangkan teknologi mekatronika khususnya dalam bidang teknik elektronika dengan membuat suatu sistem pengendali yang menggunakan *smartphone* yang bersistem operasi android. Pada penggunaannya terdapat sensor ultrasonik sebagai pendeteksi jarak dan komunikasi antara *smartphone* dengan prototipe *forklift* yaitu melalui komunikasi *bluetooth*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kerangka Teoretik

2.1.1. Definisi Prototipe

Menurut Houde dan Hill (2004: 1), *Prototyping* merupakan salah satu metode pengembangan perangkat lunak yang banyak digunakan. Dengan metode *prototyping* ini pengembang dan pelanggan dapat saling berinteraksi selama proses pembuatan sebuah sistem. Sering terjadi seorang pelanggan hanya mendefinisikan secara umum apa yang dikehendakinya tanpa menyebutkan secara detail *output* apa saja yang dibutuhkan, pemrosesan, dan data–data apa saja yang dibutuhkan. Sebaliknya, di sisi pengembang kurang memperhatikan efisiensi algoritma, kemampuan sistem operasi, dan *interface* yang menghubungkan manusia dan komputer. Untuk mengatasi ketidakserasian antara pelanggan dan pengembangan maka dibutuhkan kerjasama yang baik antara keduanya sehingga pengembang akan mengetahui dengan benar apa yang diinginkan pelanggan dengan tidak mengesampingkan segi-segi teknis dan pelanggan akan mengetahui proses-proses dalam menyelesaikan sistem yang diinginkan. Dengan demikian akan menghasilkan sistem sesuai dengan jadwal waktu penyelesaian yang telah ditentukan.

Metode *prototyping* sebagai suatu paradigma baru dalam pengembangan sistem informasi manajemen, tidak hanya sekedar suatu evolusi dari metode pengembangan sistem informasi yang sudah ada, tetapi sekaligus merupakan

revolusi dalam pengembangan sistem informasi manajemen. Metode ini dikatakan revolusi karena merubah proses pengembangan sistem informasi yang lama.

Menurut Azizah (2004: 11), yang dimaksud dengan prototipe adalah model pertama yang sering digunakan oleh perusahaan industri yang memproduksi barang secara masal. Tetapi dalam kaitannya dengan sistem informasi, prototipe tersebut adalah sistem informasi yang menggambarkan hal–hal penting dari sistem informasi yang akan datang. Prototipe sistem informasi bukanlah merupakan sesuatu yang lengkap, tetapi sesuatu yang harus dimodifikasi kembali, dikembangkan, ditambahkan, atau digabungkan dengan sistem informasi yang lain bila perlu. Dalam beberapa hal pengembangan *software* berbeda dengan produk–produk manufaktur, setiap tahap pengembangan sistem informasi merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari seluruh proses yang harus dilakukan. Proses ini umumnya hanya untuk satu produk dan karakteristik dari produk tersebut tidak dapat ditentukan secara pasti seperti produk manufaktur, sehingga penggunaan model pertama bagi pengembangan *software* tidaklah tepat. Istilah *prototyping* dalam hubungannya dengan pengembangan *software* sistem informasi manajemen lebih merupakan suatu proses bukan prototipe suatu produk.

2.1.1.1. Karakteristik Metode Prototipe

Azizah (2014: 12) mengemukakan bahwa ada 4 langkah yang menjadi karakteristik metode *prototyping* dan ada 4 jenis *prototyping*. Adapun empat langkah yang menjadi karakteristik metode *prototyping*, yaitu:

1. Pemilihan Fungsi

   Mengacu pada pemilahan fungsi yang harus ditampilkan oleh *prototyping*. Pemilihan harus selalu dilakukan berdasarkan pada tugas–tugas yang relevan yang sesuai dengan contoh kasus yang akan diperagakan.

2. Penyusunan Sistem Informasi

   Bertujuan untuk memenuhi permintaan akan tersedianya *prototipe*.

3. Evaluasi

4. Penggunaan Selanjutnya

Adapun jenis-jenis *prototyping* sendiri meliputi:

1. *Feasibility prototyping* digunakan untuk menguji kelayakan dari teknologi yang akan digunakan untuk sistem informasi yang akan disusun.
2. *Requitment prototyping* digunakan untuk mengetahui kebutuhan aktivitas *user*.
3. Desain *prototyping* digunakan untuk mendorong perancanngan sistem informasi yang akan digunakan.
4. *Implementation prototyping* merupakan lanjutan dari rancangan *prototipe*, dimana *prototipe* ini langsung disusun sebagai suatu sistem informasi yang akan digunakan.

2.1.1.2.Keunggulan dan Kelemahan Metode Prototipe

Azizah (2014: 13) menjelaskan bahwa dalam metode prototipe terdapat beberapa keunggulan dan kelemahan. Adapun keunggulan dan kelemahan tersebut diuraikan sebagai berikut.

1. Keunggulan Metode Prototipe

a. *End User* dapat berpartisipasi aktif

b. Penentuan kebutuhan lebih mudah diwujudkan

c. Mempersingkat waktu pengembangan sistem informasi

2. Kelemahan Metode Prototipe

a. Proses analisis dan perancangan terlalu singkat

b. Mengesampingkan alternatif pemecahan masalah

c. Kurang fleksibel dalam menghadapi perubahan

d. Prototipe yang dihasilkan tidak selamanya mudah dirubah

e. Prototipe terlalu cepat selesai

2.1.2. Definisi *Forklift*

Menurut Suwandono (2016: 8), *forklift* merupakan jenis kendaraan khusus yang digunakan untuk memindahkan dari menyusun barang dalam suatu susunan tertentu. Pada dasarnya prinsip kerja dari *forklift electric* adalah merubah tenaga elektrik menjadi tenaga mekanis. Tenaga elektrik diperoleh dari baterai yang ada pada *forklift* yang kemudian dialirkan menuju motor untuk menggerakan roda dan *hydraulic pump* melalui kontrol elektronik dengan memanfaatkan beberapa sensor dan *potentiometer* agar motor bekerja sesuai dengan kebutuhan.

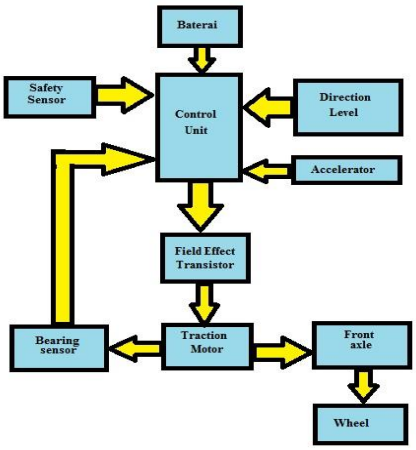
Dalam *forklift electric* terdapat 3 motor yang memiliki fungsi berbeda, yaitu untuk sistem *traction*, *hydraulic*, serta *steering*. Pada unit *forklift electric* yang lama, ketiga motor yang digunakan adalah motor dengan arus searah (DC). Sedangkan pada unit *forklift electric* terbaru sudah menggunakan motor arus bolak-balik (AC) untuk sistem *hydraulic* dan sistem *traction*, sedangkan untuk

sistem *steering* tetap menggunakan motor arus searah (DC). Sistem kerja *forklift electric* dibagi menjadi 3 sistem kerja yaitu:

1. Sistem *Traction*

Menurut Suwandono (2016: 9), sistem *traction* baru bekerja ketika sensor keamanan (*safety sensor*) sudah memberikan sinyal bahwa kendaraan aman untuk bekerja. *Control* unit menerima *input* dari *directional valve* yang menentukan ke arah mana kendaraan harus berjalan. Sinyal dari *potentiometer* yang terdapat pada *accelerator* menentukan besar kecilnya tegangan yang harus dialirkan *control* unit menuju motor melalui *field effect transistor*, sehingga unit dapat berjalan dengan kecepatan yang dibutuhkan.

Ketika motor mulai bergerak, *bearing* sensor akan memberikan sinyal balik menuju *control* unit sehingga *control* unit dapat mengetahui kerja dari motor sudah selaras dengan *input* yang diterima *control* unit dari *accelerator*. Putaran motor itulah yang kemudian diteruskan oleh *front axle* untuk menjalankan roda bagian depan *forklift*. Prinsip kerja sistem *traction* dapat dilihat pada gambar 2.1.



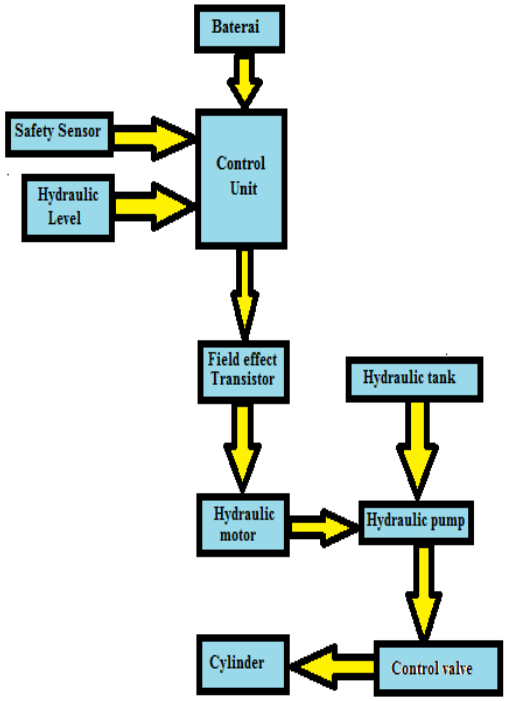
Gambar 2.1 Prinsip Kerja Sistem *Traction*

Sumber: Suwandono, 2016

2. Sistem *Hydraulic*

Suwandono (2016: 10) menjelaskan bahwa sistem *hydraulic* akan bekerja ketika *safety sensor* telah mengirimkan sinyal menuju *control* unit bahwa sistem *hydraulic* telah aman untuk dioperasikan. Ketika *hydraulic level* ditekan maka *control* unit akan mengalirkan arus listrik menuju motor *hydraulic* melalui *field effect transistor* sehingga motor akan berputar.

Putaran motor tersebut akan menggerakan *hydraulic pump* sehingga oli dari *hydraulic tank* akan mengalir menuju *control valve* dan diteruskan menuju *cylinder hydraulic*. Prinsip kerja sistem *hydraulic* dapat dilihat pada gambar 2.2.

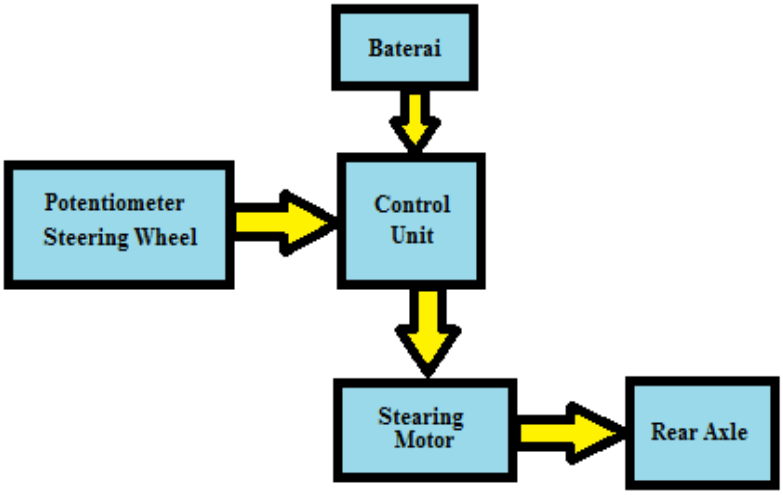


Gambar 2.2 Prinsip Kerja Sistem *Hydraulic*

Sumber: Suwandono, 2016

3. Sistem *Steering*

Suwandono (2016: 11) menjelaskan bahwa sistem *steering* berfungsi ketika *steering wheel* diputar. *Potentiometer* yang terdapat pada *steering wheel* akan mengirimkan sinyal menuju *control* unit sehingga *control* unit bisa menggerakan motor *steering*. Putaran motor *steering* itulah yang digunakan untuk membelokkan roda bagian belakang *forklift* melalui *actuator linkage*. Prinsip kerja sistem *steering* dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Prinsip Kerja Sistem *Steering*

Sumber: Suwandono, 2016

2.1.3. Prototipe *Forklift*

Menurut Azizah (2004: 11), yang dimaksud dengan prototipe adalah model pertama yang sering digunakan oleh perusahaan industri yang memproduksi barang secara masal. Sedangkan menurut Suwandono (2016: 8), *forklift* merupakan jenis kendaraan khusus yang digunakan untuk memindahkan dan menyusun barang dalam suatu susunan tertentu.

Dari dua teori di atas, prototipe *forklift* dapat diartikan sebagai model dari mobil pemindah barang. Pembuatan prototipe *forklift* bertujuan untuk mencegah terjadinya benturan dengan benda lain dan pekerja lain sehingga dapat mengurangi tingkat kecelakaan di tempat pekerjaan, serta kemudahan dalam penggunannya.

2.1.4. Definisi Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Menurut Mangkunegara (2005: 163), keselamatan dan kesehatan kerja adalah suatu upaya untuk menjamin keutuhan dan kesempurnaan baik jasmaniah maupun rohaniah tenaga kerja pada khususnya dan manusia pada umumnya, hasil karya dan budaya untuk menuju masyarakat adil dan makmur.

Menurut Suma'mur (1993: 2), keselamatan kerja merupakan rangkaian usaha untuk menciptakan suasana kerja yang aman dan tentram bagi para karyawan yang bersangkutan.

Mathis dan Jackson (2002: 245), menyatakan bahwa keselamatan adalah merujuk pada pelindungan terhadap kesejahteraan fisik seseorang terhadap cidera yang terkait dengan pekerjaan. Kesehatan adalah merujuk pada kondisi umum fisik, mental, dan stabilitas emosi secara umum.

Berdasarkan beberapa pendapat di atas, keselamatan dan kesehatan kerja dapat diartikan sebagai kondisi dalam pekerjaan yang sehat dan aman baik itu bagi pekerjaannya, perusahaan maupun bagi masyarakat dan lingkungan sekitar pabrik atau tempat kerja tersebut. Keselamatan dan kesehatan kerja juga merupakan suatu usaha untuk mencegah setiap perbuatan atau kondisi tidak selamat yang dapat mengakibatkan kecelakaan.

2.1.5. Alat Deteksi Jarak

Menurut William (2004: 1), alat deteksi jarak atau detektor erat kaitannya dengan radar. Radar (*Radio Detection and Ranging*) merupakan sistem gelombang elektromagnetik yang digunakan untuk mendeteksi, mengukur jarak, dan membuat *map* benda-benda seperti pesawat terbang, kendaraan bermotor, dan informasi cuaca. Detektor ini berupa sebuah sensor yang bekerja secara otomatis berdasarkan pemilihan jenis sensor dan pemrograman pada sensor tersebut.

2.1.5.1. Sensor Ultrasonik

Menurut Azizah (2014: 15), sensor ultrasonik adalah sensor yang bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang suara dan digunakan untuk mendeteksi suatu objek tertentu di depannya, frekuensi kerjanya pada daerah atas gelombang suara dari 40 KHz hingga 400 KHz. Sensor ultrasonik terdiri dari dua unit, yaitu unit pemancar dan unit penerima. Struktur unit pemancar dan penerima sangatlah sederhana, sebuah kristal piezoelectric dihubungkan dengan mekanik jangkar dan hanya dihubungkan dengan diafragma penggetar. Tegangan bolak–balik yang memiliki frekuensi 40 KHz – 400 KHz diberikan pada plat logam. Struktur atom dari kristal piezoelectric akan berkontraksi (mengikat), mengembang atau menyusut terhadap polaritas tegangan yang diberikan dan ini disebut efek piezoelectric.

Menurut Adrianto dan Djatmiko (2016: 100), suara ultrasonik dengan frekuensi sebesar 40 KHz akan dipancarkan selama 200 μs. Suara ini akan merambat di udara dengan kecepatan 340 m/s atau 29,412 μs setiap 1 cm, mengenai objek dan

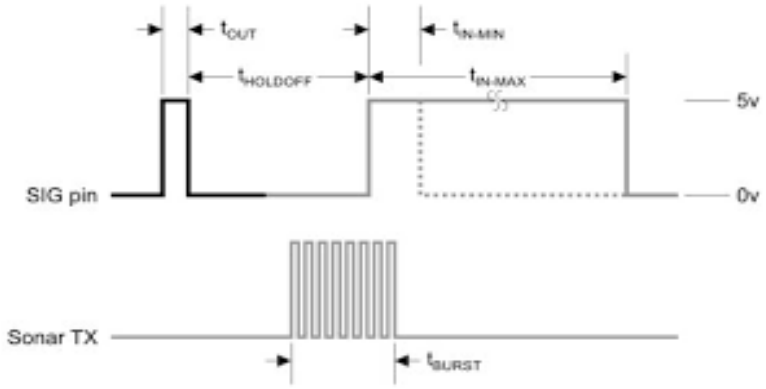
akan terpantul kembali ke sensor ultrasonik. Selama menunggu pantulan, sensor ultrasonik akan menghasilkan sebuah pulsa. Pulsa ini akan berlogika *low* ketika suara pantulan terdeteksi oleh sensor ultrasonik. Maka dari itu, lebar pulsa dapat merepresentasikan jarak antara sensor ultrasonik dengan objek. Sensor ultrasonik buatan Parallax (Sensor ultrasonik) dapat digunakan untuk mengukur jarak sejauh 2 cm sampai 300 cm. Karakteristik dari sensor ultrasonik adalah:

1. Tegangan *supply* : 5 V_{DC}
2. Konsumsi arus : 30 mA (maksimum 35 mA)
3. Jarak : 2 cm sampai dengan 300 cm
4. *Input Trigger* : pulsa TTL, positif, minimal 2 uS, 5 uS *typical*
5. *Echo Pulse* : pulsa TTL, positif, 115 uS sampai dengan 18,5 ms
6. *Echo Hold-off* : 750 uS
7. *Frekuensi Burst* : 40 KHz untuk 200 uS

Gambar 2.4 merupakan gambaran fisik dari sensor ultrasonik.

Gambar 2.4 Sensor Ultrasonik

Berdasarkan penjelasan diatas diagram waktu sensor ultrasonik saat bekerja dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 Diagram Waktu Sensor Ultrasonik

Sumber: Adrianto dan Djatmiko, 2016

Keterangan

a. t out : 2 uS (min),5 uS *typical*

b. t HOLDOFF : 350 uS

c. t BURST : 200 uS @40 KHz

d. t IN-MIN : 115 uS

e. t IN-MAX : 18,5 uS

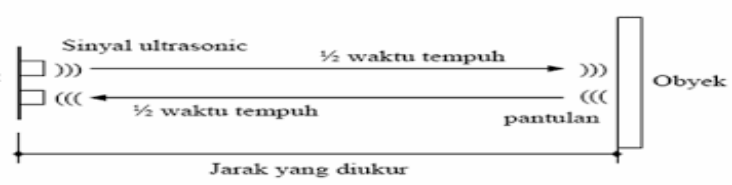
Adrianto dan Djatmiko (2016: 101) menjelaskan tentang cara kerja sensor ultrasonik, cara kerja *transmitter* ultrasonik, dan cara kerja *receiver* ultrasonik. Berikut ini adalah penjelasannya.

1. Cara Kerja Sensor Ultrasonik
   a. Sensor ultrasonik mendeteksi jarak objek dengan cara memancarkan gelombang ultrasonik (40 KHz) selama t_{BURST} (200 µs) kemudian mendeteksi pantulannya
   b. Sensor ultrasonik memancarkan gelombang ultrasonik sesuai dengan kontrol dari mikrokontroller pengendali (pulsa *trigger* dengan t_{OUT} min. 2

μs). Gelombang ultrasonik ini melalui udara dengan kecepatan 340 meter per detik, mengenai objek dan memantul kembali ke sensor

c. Ultrasonik mengeluarkan pulsa *output high* pada pin SIG setelah memancarkan gelombang ultrasonik dan setelah gelombang pantulan terdeteksi ultrasonik akan membuat *output low* pada pin SIG

d. Lebar pulsa *high* (t_{IN}) akan sesuai dengan lama waktu tempuh gelombang ultrasonik untuk 2x jarak ukur dengan objek. Berdasarkan penjelasan di atas cara kerja sensor ultrasonik dapat diilustrasikan pada gambar 2.6.

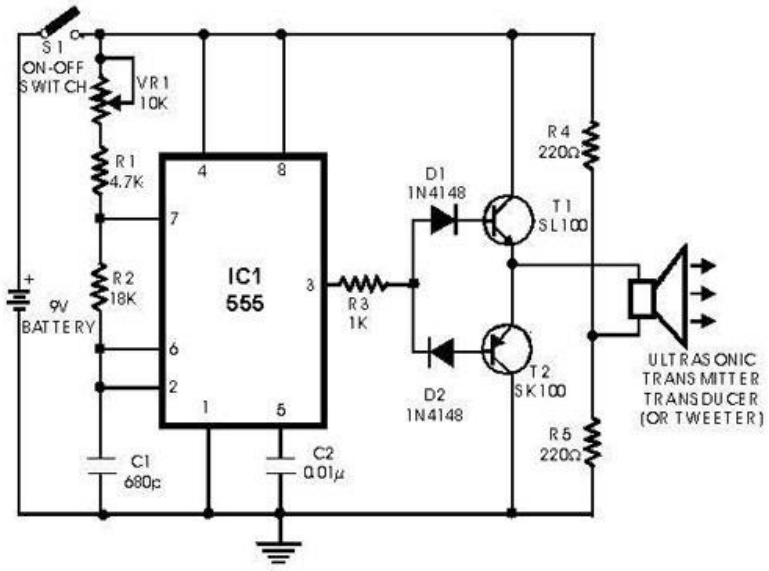


Gambar 2.6 Cara Kerja Sensor Ultrasonik

Sumber: Adrianto dan Djatmiko, 2016

2. Cara Kerja *Transmitter* Ultrasonik

Menurut Adrianto dan Djatmiko (2016: 101), *transmitter* adalah sebuah alat yang berfungsi sebagai pemancar gelombang ultrasonik dengan frekuensi tertentu (misal, sebesar 40 kHz) yang dibangkitkan dari sebuah osilator. Untuk menghasilkan frekuensi 40 KHz, harus di buat sebuah rangkaian osilator dan keluaran dari osilator dilanjutkan menuju penguat sinyal. Besarnya frekuensi ditentukan oleh komponen RLC / kristal tergantung dari disain osilator yang digunakan. Penguat sinyal akan memberikan sebuah sinyal listrik yang diumpankan ke piezoelektrik dan terjadi reaksi mekanik sehingga bergetar dan memancarkan gelombang yang sesuai dengan besar frekuensi pada osilator. Skema rangkaian pemancar gelombang ultrasonik dapat dilihat pada gambar 2.7.

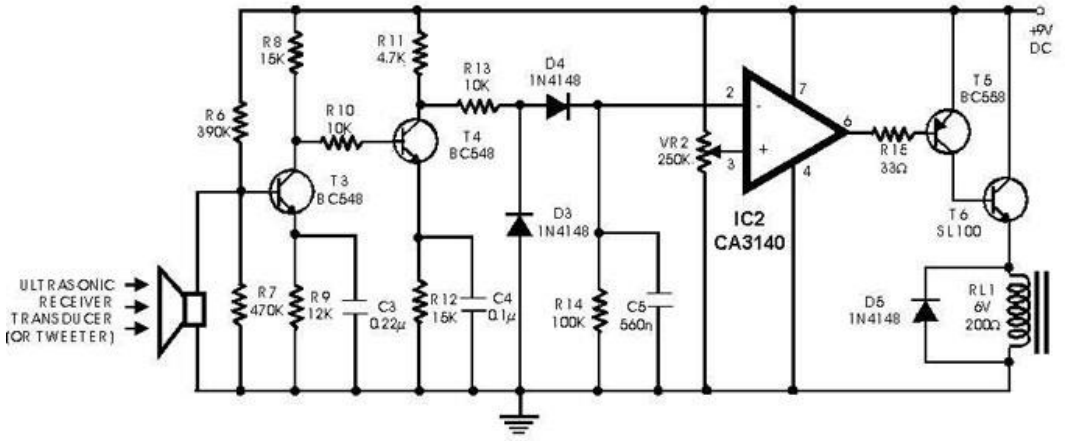


Gambar 2.7 Skema Rangkaian Pemancar Gelombang Ultrasonik

Sumber: www.elangsakti.com

3. Cara Kerja *Receiver* Ultrasonik

Menurut Adrianto dan Djatmiko (2016: 102), *receiver* terdiri dari transduser ultrasonik menggunakan bahan piezoelektrik, yang berfungsi sebagai penerima gelombang pantulan yang berasal dari transmitter yang dikenakan pada permukaan suatu benda atau gelombang langsung LOS (Line of Sight) dari transmitter. Oleh karena bahan piezoelektrik memiliki reaksi yang reversible, elemen keramik akan membangkitkan tegangan listrik pada saat gelombang datang dengan frekuensi yang resonan dan akan menggetarkan bahan piezoelektrik tersebut. Skema rangkaian penerima gelombang ultrasonik dapat dilihat pada gambar 2.8.



Gambar 2.8 Skema Rangkaian Penerima Gelombang Ultrasonik

Sumber: www.elangsakti.com

2.1.6. Android

Android adalah sistem operasi *mobile phone* yang dipromosikan oleh Google Inc. Saat ini pengguna *mobile phone*/tablet pc dengan sistem operasi android tumbuh sampai lebih dari 75% dari total pengguna *mobile phone*/tablet pc. Dengan adanya *wireless protocol* pada *mobile phone* android membuat pengguna lebih memilih untuk menggunakan komunikasi data secara nirkabel daripada secara kabel. Umumnya pada *mobile phone* android sudah tersedia saluran komunikasi data secaa nirkabel, yaitu *bluetooth*. Saluran komunikasi data tersebut dapat digunakan untuk mengirim/menerima data dari/ke perangkat lain (Adrianto dan Dermawan, 2016: 141).

Menurut Ruthmahwati (2014: 9), perkembangan teknologi ponsel seluler terus meningkat menjadi lebih multifungsi. *Smartphone* atau telepon pintar yang memiliki kemampuan cukup tinggi dan fungsinya sudah meyerupai komputer, contohnya adalah android yang merupakan salah satu OS *mobile* yang memudahkan pemakaianya dalam pengembangan aplikasinya. Android adalah

sistem operasi berbasis linux yang dirancang untuk perangkat seluler layar sentuh seperti telepon pintar dan komputer tablet. Android adalah sistem operasi dengan sumber terbuka, dan Google merilis kodenya dibawah Lisensi Apache.Berikut di bawah ini adalah logo dari OS Android dapat dilihat pada gambar 2.9.

Gambar 2.9 Logo Android

Gambar 2.9 menunjukkan logo Android yang disebut “Robot Hijau” tampilan ini merupakan trik marketing dari Google untuk menarik perhatian public karena tampilan logonya yang sangat familiar dan mudah diingat. Kode dengan sumber terbuka dan lisensi perizinan pada android memungkinkan perangkat lunak untuk dimodifikasi secara bebas dan didistribusikan oleh para pembuat perangkat, *operator* Nirkabel, dan pengembangan aplikasi. Perusahaan *search engine* terbesar saat ini, yaitu Google Inc. membeli Android Inc. pendatang baru yang membuat peranti lunak untuk ponsel. Android Inc. didirikan oleh Andy Rubin, Rich Milner, Nick Sears dan Chris White pada tahun 2003. Pada Agustus 2005 Google membeli Android Inc. kemudian untuk mengembangkan Android dibentuklah *Open Handset Alliance* Konsorsium dari 34 perusahaan *hardware, software,* dan telekomunikasi, termasuk Google, HTC, Intel ,Motorola ,Qualqom ,T-Mobile dan Nividia. Android bisa digunakan oleh setiap orang yang ingin menggunakannya pada perangkat mereka. Android menyediakan *platform* terbuka bagi para pengembang untuk menciptakan aplikasi mereka sendiri yang akan

digunakan untuk bermacam peranti bergerak. Berikut alasan android menjadi *platform mobile* pertama yang lengkap, terbuka, dan bebas yaitu:

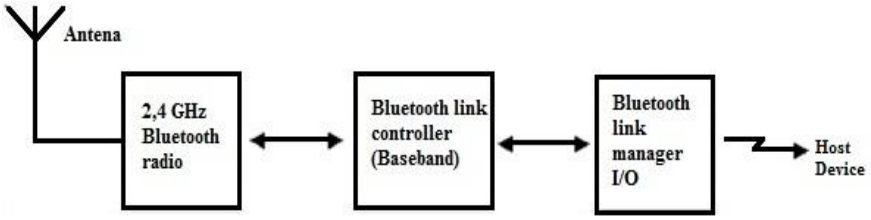
1. Lengkap (*Complete Platform*): Android dikatakan lengkap karena Android menyediakan tools untuk membangun *software* yang sangat lengkap dibanding dengan platform lainnya. Para pengembang dapat melakukan pendekatan yang komprehensif ketika mengembangkan suatu aplikasi pada platform Android.
2. Terbuka (*Open Source Platform*): Platform Android diciptakan dibawah *linsensi open source*, dimana para pengembang bebas untuk mengembangkan aplikasi pada platform. Android menggunakan Linux Kernel 2.6
3. Bebas (*Free Platform*): Android adalah platform yang tidak memiliki batasan dalam mengembangkan aplikasinya. Tidak ada lisensi dalam mengembangkan aplikasinya. Android dapat didistribusikan dan diperdagangkan dalam bentuk apapun.

2.1.7. *Bluetooth*

2.1.7.1.Definisi *Bluetooth*

Menurut Suryapranata (2015: 7), *bluetooth* adalah sebuah teknologi komunikasi nirkabel (tanpa kabel) yang beroperasi dalam pita frekuensi 2,4 GHz *unlicensed* ISM (*Industrial, Scientific and Medical*) dengan menggunakan sebuah *frequency hopping tranceiver* yang mampu menyediakan layanan komunikasi data dan suara secara *real time* antara *host – host bluetooth* dengan jarak jangkauan layanan yang terbatas.

Pada dasarnya *bluetooth* diciptakan bukan hanya untuk menggantikan atau menghilangkan penggunaan kabel didalam melakukan sebuah komunikasi, tetapi juga mampu menawarkan fitur yang baik untuk teknologi *mobile wireless* dengan biaya yang relatif rendah, konsumsi daya yang rendah, dan mudah dalam pengoperasian. Bentuk fisik dari *bluetooth* merupakan *chip* radio yang dimasukkan ke dalam perangkat elektronik misalnya, komputer,*smartphone*, printer dan peralatan lainnya.

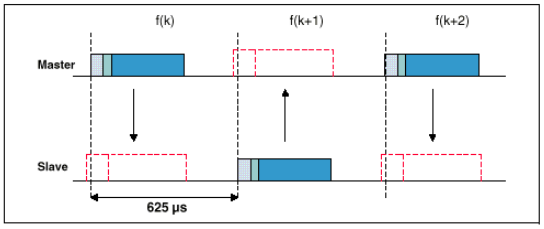


Gambar 2.10 Blok Diagram Distribusi Data *Bluetooth*

Sumber: Suryapranata, 2015

Perhatikan pada gambar 2.10, informasi yang biasanya dibawa oleh kabel dengan *bluetooth* diterima oleh antena lalu ditransmisikan pada frekuensi 2,4 Ghz. Kemudian diterima oleh *bluetooth link controller* untuk di proses lalu informasi tersebut diterima oleh *bluetooth link manager* I/O untuk dikirim ke *bluetooth device* lain seperti komputer, *smartphone* dan peralatan lainnya.

Menurut Suryapranata (2015: 8), pemakaian *bluetooth* pada sistem komunikasi antara suatu sistem ke sistem lain tidak perlu menggunakan *driver*, tetapi komunikasi dapat terjadi dengan adanya syarat yaitu, komunikasi terjadi antara *bluetooth master* dan *bluetooth slave*. Perhatikan gambar 2.11 berikut ini.



Gambar 2.11 Transmisi Data Antar *Master* dengan *Slave Bluetooth*

Sumber: Suryapranata, 2015

Pada gambar 2.11, Kanal dibagi ke dalam *time slot* yang masing-masing mempunyai panjang 625 ms. Secara bergantian *master* mengirim data menuju *slave* dan *slave* mengirim data menuju *master*. Komunikasi tidak akan pernah terjadi jika kedua *bluetooth* sama – sama *master* atau sama – sama *slave*, karena tidak akan pernah *pairing* diantara keduanya. Serta *password* yang dimasukan haruslah cocok jika *bluetooth* tersebut menggunakan sebuah *password*.

Menurut Adrianto dan Djatmiko (2016: 137), *bluetooth* dapat dipakai untuk melakukan komunikasi data di antara peralatan dengan jarak jangkauan yang cukup jauh. Besarnya jarak jangkauan tergantung pada kelas *bluetooth*. Dalam *transceiver bluetooth* ada tiga kelas pembagian daya, yaitu:

1. Daya kelas 1 beroperasi antara 100 mW (20 dBm) dan 1 mW (0 dBm), dirancang untuk perangkat dengan jangkauan yang jauh hingga mencapai 100 meter.
2. Daya kelas 2 beroperasi antara 2,5 mW (4 dBm) dan 0,25 mW (-6 dBm), dirancang untuk perangkat dengan jangkauan hingga mencapai 10 meter.
3. Daya kelas 3 beroperasi antara 1 mW (0 dBm), dirancang untuk perangkat dengan jangkauan pendek atau sekitar 1 meter

Peneliti menggunakan modul *bluetooth* tipe HC-06,seperti terlihat pada gambar 2.12.

Gambar 2.12 Modul *Bluetooth* HC-06

Spesifikasi Modul *Bluetooth* HC-06:

1. Jangkauan : - 10 m (- 33 ft)
2. Supply voltage : 3,6 – 6 V
3. BT-Name : linvor
4. BT-Pin : 1234
5. BT-Baudrate : 9600bps (standard)

Untuk mencoba komunikasi antara komputer dengan arduino melalui koneksi *bluetooth*, maka langkah yang dilakukan yaitu:

1. Hubungkan arduino dengan modul *bluetooth*
2. Aktifkan dengan memberi *supply* tegangan 5 volt dc pada arduino yang terhubung dengan modul *bluetooth* HC-06.
3. Buat program untuk komunikasi serial seperti pada contoh di bawah dan masukan pada arduino.
4. Aktifkan *bluetooth* pada laptop/komputer.
5. Lakukan koneksi/pairing antara komputer dengan modul *bluetooth* HC-06 (BT-Name: linvor), masukan BT-Pin: 1234.

6. Periksa port *bluetooth* serial di komputer dengan cara pilih menu *Control Panel*, lalu pilih *System*, lalu pilih *Hardware*, lalu pilih *Device Manager*, kemudian lihat pada bagian Port (COM & LPT).
7. Gunakan program *hyperterminal* pada laptop atau PC untuk komunikasi serial kemudian pilih port *bluetooth* serial, kemudian atur baudratenya 9600 bps, 8 bit data, *parity: None*.

2.1.8. Arduino

2.1.8.1. Definisi Arduino

Adrianto dan Dermawan (2016: 13) mengemukakan bahwa arduino adalah sebuah board mikrokontroler yang bersifat *open source*, di mana desain skematik dan PCB bersifat *open source*, sehingga kita dapat menggunakannya maupun melakukan modifikasi. Board arduino menggunakan *Chip/IC* mikrokontroler Atmel AVR, misalnya: arduino NG or older w/ATmega8 (Severino), arduino Duemilanove or Nano w/ATmega328, arduino Uno, Arduino Mega2560, dll.

Software untuk membuat, mengkompilasi dan meng-*upload* program yaitu arduino IDE atau disebut juga arduino Software yang juga bersifat *open source*. *Software* ini dapat diunduh pada situs http://www.arduino.cc. Arduino IDE (arduino *Software*) menghasilkan *file hex* dari baris kode instruksi program yang menggunakan bahasa C yang dinamakan *sketch* setelah dilakukan *compile* dengan perintah *Verify/Compile*.

Bootloader Chip/IC pada arduino Board telah diisi oleh program yang dinamakan arduino bootloader, yang memungkinkan kita meng-*upload code* program tanpa menggunakan hardware tambahan (tanpa menggunakan

programmer dari luar, seperti: AVR-ISP, STK500, *parallel programmer*, usb *programmer*). *Bootloader* akan aktif selama beberapa detik ketika *board* mengalami reset.

Hasil kompilasi dari arduino *Software* dapat dipergunakan dan dijalankan tidak hanya pada arduino *board* tetapi juga dapat dijalankan di sistem mikrokontroler avr yang sesuai bahkan tanpa *bootloader*. Jika kita tidak menggunakan *bootloader*, berarti semakin besar program yang dapat dimasukkan ke *flash* memori mikrokontroler, karena *flash* memori hanya digunakan untuk program aplikasi kita, selain itu kita dapat menghindari *delay* ketika *board* mengalami reset yang diakibatkan oleh karena menjalankan program yang ada pada *bootloader*. Namun, untuk memasukkan program atau melakukan *burn sketches*, kita harus menggunakan *programmer external* seperti AVR-ISP, STK500, *parallel programmer*, usb *programmer* (USBasp).

Arduino dibuat tahun 2005 (Istiyanto, 2014: 8) oleh sekelompok tim dari Italia dengan anggota kelompok David Cuartielles, Gianluca Martino, Tom Igoe, David Mellis, dan Massimo Banzi. Berawal dari Massimo Banzi yang ingin mengajarkan siswa untuk membuat elektronik dengan cepat. Lalu ia melakukan desain interaktif yang dikenal dengan *physical computing*.

Physical Computing (Banzi, 2008: 3) adalah pembuatan sebuah sistem atau perangkat fisik dengan menggunakan *software* dan *hardware* yang sifatnya interaktif, yaitu dapat menerima rangsangan dan merespon balik. Sistem ini dapat diaplikasikan dengan mengubah sinyal analog yang berasal dari masukan (Input) menjadi masukan digital lalu diatur dengan software dan dikontrol kembali untuk mengontrol keluaran (*Output*) yang bersifat analog.

Arduino didesain untuk para pemula yang ingin memahami elektronika, guru, pelajar, dan para seniman di bidang teknologi, informatika dan elektronika. Menurut Banzi dalam buku Istiyanto (2014: 5) menyatakan beberapa faktor yang menjadikan arduino lebih Populer, diantaranya:

1. Murah, harga papan sirkuit arduino relatif lebih murah dibandingkan paket mikrokontroller lainnya. Harga asli dari 1 set papan arduino berkisar kurang dari 50$.
2. Lintas platform, Software arduino dapat berjalan di OS Windows, Macintosh OSX, dan Linux.
3. Sederhana, program yang ramah lingkungan. Bahasa pemrograman arduino mudah digunakan untuk pemula, selain itu, sangat fleksibel untuk digunakan para teknisi yang sudah berpengalaman untuk mempermudah sistem yang ingin dibuat.
4. Sistem software dan hardware yang open-source, para pengguna dapat dengan bebas memiliki skema dari modul arduino yang digunakan, mengunduh softwarenya secara gratis di web resminya, dan beberapa program pendukung dalam bentuk masukan atau keluaran sudah terdapat modul pemrogramannya dalam bentuk libraries.

2.1.8.2. Arduino IDE

Arduino IDE (Integrated Development Environment) adalah suatu program spesial yang memperbolehkan pengguna untuk menulis sketsa program pada papan arduino dengan model bahasa *processing*, dimana ketika pengguna meng-*upload* sketsa program pada *board* arduino, kode-kode tersebut diterjemahkan

dalam bahasa C sehingga dapat dilewatkan ke mikrokontroler AVR (Banzi, 2008: 20).

Hal ini menjadi sangat penting karena dengan pengubahan bahasa ini pengguna pemula yang sulit menggunakan bahasa C akan dipermudah dalam pemrograman mikrokontroler. Penggunaan inisialisasi awal, looping dan penggunaan variabel menjadi kode program yang sering digunakan dalam arduino IDE.

Arduino IDE pertama dibuat dalam versi 1.0, kini seiring bertambahnya berbagai simulasi yang menggunakan arduino, arduino IDE terus diperbaharui untuk menunjang perangkat-perangkat atau modul yang akan dipasang pada arduino. Gambar 2.13 merupakan contoh tampilan program pada arduino IDE.

Gambar 2.13 Tampilan Sketsa Arduino IDE

2.1.8.3.Arduino UNO

Arduino UNO adalah arduino dengan mikrokontroller ATmega328. Mikrokontroler (Syahwil, 2013) adalah sebuah sistem komputer fungsional dalam sebuah chip, yang mempunyai masukan dan keluaran kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara membaca dan menulis data. Di

dalamnya terkandung sebuah inti prosesor, memori (sejumlah kecil RAM, memori program atau keduanya) dan perlengkapan *input/output*. Mikrokontroler dibedakan spesifikasinya berdasarkan produsen dan tipenya. Berikut adalah spesifikasi arduino UNO dengan Mikrokontroler ATmega 328 (Syahwil, 2013):

1. Sumber (Catu Daya)

   Arduino dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan catu daya eksternal yang dapat berasal dari adapter AC-DC atau baterai. Batas tegang input yang digunakan adalah 6 – 20 Volt, namun disarankan tegangan input yang digunakan berkisar 7-12 Volt saja, karena jika lebih dari 12 Volt maka board akan cepat panas dan rusak. Adapun pin power suplai pada arduino UNO adalah :

   a. Vin : pin tegangan input eksternal (baterai atau adaptor)
   b. 5 V : Keluaran pin yang diatur 5 V, dapat digunakan untuk mengaktifkan modul.
   c. 3v3 : Suplai 3,3 Volt dengan arus maksimum 50 mA.
   d. GND : pin Ground yang terdapat 3 pin.
   e. IOREF : pin ini mendukung arduino untuk menggunakan tegangan referensi yang digunakan mikrokontroler.

2. Memori Pin

   Memori yang digunakan arduino UNO adalah memori mikrokontroler ATmega 328 dengan memori 32 KB (0.5 KB digunakan untuk bootloader) juga mempunyai 2 KB SRAM dan 1 KB EEPROM (yang mana dapat dibaca tulis dengan library EEPROM).

a. *Input* dan *Output*

Arduino UNO memiliki 14 pin digital input/output dengan arus DC 20 mA. Masing-masing pin memiliki fungsi – fungsi khusus diantaranya:

1) Serial : 0 (RX) dan 1 (TX). Digunakan untuk menerima (Rx) dan mengirimkan (TX) data serial TTL. Pin ini terhubung ke pin yang sesuai dari chip ATmega8U2 USB to TTL Serial.
2) Interupsi Eksternal : 2 dan 3. Pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu interrupt pada nilai yang rendah, tepi naik atau perubahan nilai.
3) PWM : terdapat 6 pin 8-bit Output PWM yaitu pin 3, 5, 6, 9, 10, 11.
4) SPI : 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin ini mendukung komunikasi SPI menggunakan library SPI.Gambar 2.14 merupakan gambaran fisik dari arduino UNO R3.

Gambar 2.14 Arduino UNO R3

2.1.9. Motor DC

2.1.9.1. Definisi Motor DC

Menurut Adrianto dan Dermawan (2016: 131) motor DC adalah motor yang bergerak berputar 360 derajat, biasanya disebut dinamo dan bisanya digunakan sebagai penggerak roda. Apabila kutub positif dan negatif sumber yang dipasang

ditukar maka motor DC akan berputar berlawanan arah dari arah putar sebelumnya. Motor DC dan penggunaannya dapat dilihat pada gambar 2.15.

Gambar 2.15 Motor DC

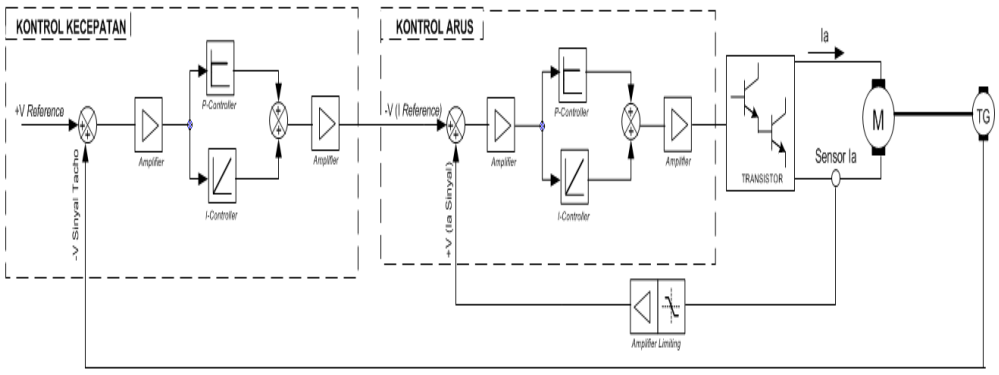
Ibrahim (2016: 94) menjelaskan bahwa dalam memahami sebuah motor, penting untuk mengerti apa yang dimaksud dengan beban motor. Beban dalam hal ini mengacu kepada keluaran tenaga putar / torque sesuai dengan kecepatan yang diperlukan. Beban umumnya dapat dikategorikan ke dalam tiga kelompok :

1. **Beban torque konstan** adalah beban dimana permintaan keluaran energinya bervariasi dengan kecepatan operasinya namun torquenya tidak bervariasi. Contoh beban dengan torque konstan adalah convayour, rotary kilns, dan pompa displacement konstan.
2. **Beban dengan variabel torque** adalah beban dengan torque yang bervariasi dengan kecepatn operasi. Contoh beban dengan variabel torque adalah pompa sentrifugal dan fan (torque bervariasi sebagai kuadrat kecepatan). Contoh beban dengan variabel torque adalah peralatan energi listrik seperti motor listrik.

3. **Beban dengan energi konstan** adalah beban dengan permintaan torque yang berubah dan berbanding terbalik dengan kecepatan. Contoh untuk beban dengan energi konstan adalah peralatan-peralatan mesin.

2.1.9.2. Sistem Kontrol Torsi pada Motor DC

Ibrahim (2016: 96) mengemukakan bahwa sistem kontrol torsi ini berprinsip bahwa nilai arus motor sebanding dengan nilai torsi motor sehingga nilai torsi diatur dengan cara mengatur arus motornya. Jadi nilai referensi torsi sebanding dengan referensi arus. Dengan prinsip ini sistem kontrol torsi dibuat dalam bentuk sistem kontrol arus. Kemudian untuk menstabilkan kecepatan saat melakukan kontrol arus motor, maka arus *reference* dibuat dalam bentuk kontrol kecepatan. Untuk itu kita harus membuat sistem kontrol torsi dalam 2 level yaitu, kontrol kecepatan dan kontrol arus. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 2.16 yang menjelaskan diagram blok sistem kontrol torsi motor DC

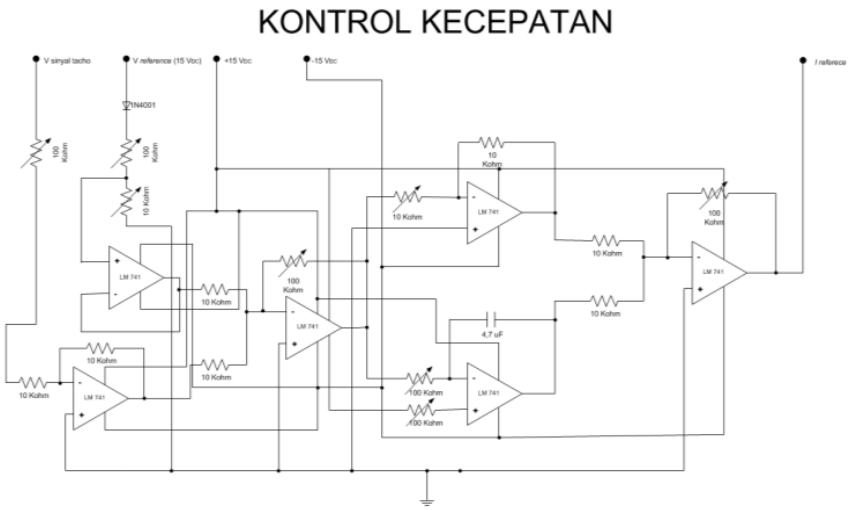


Gambar 2.16 Diagram Blok Sistem Kontrol Torsi Motor DC

Sumber: Ibrahim, 2016

Diagram blok gambar 2.16 ini menggunakan dua variabel yang akan dikontrol yaitu, variabel kecepatan dan variabel arus. Inti dari sistem kontrol torsi adalah mempertahankan nilai arus motor dengan cara pembatasan nilai arus

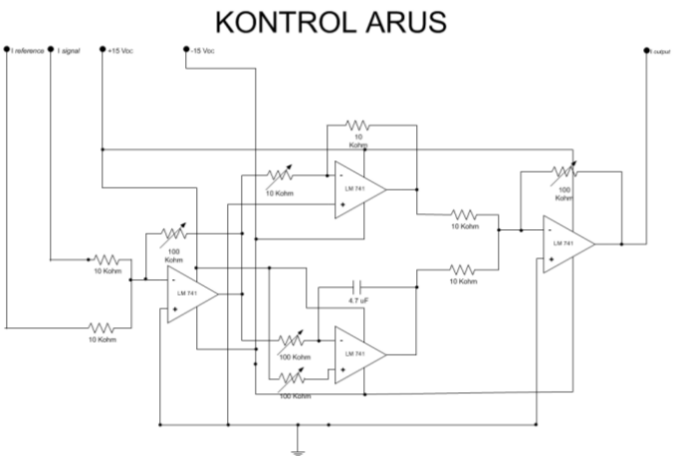
motor. Pembuatan sistem kontrol kecepatan akan direalisasikan dengan rangkaian Op-Amp. Terlihat pada gambar 2.17 menunjukkan sebuah sistem kontrol kecepatan yang dibuat dari IC Op-amp 741.



Gambar 2.17 Rangkaian Sistem Kontrol Kecepatan

Sumber: Ibrahim, 2016

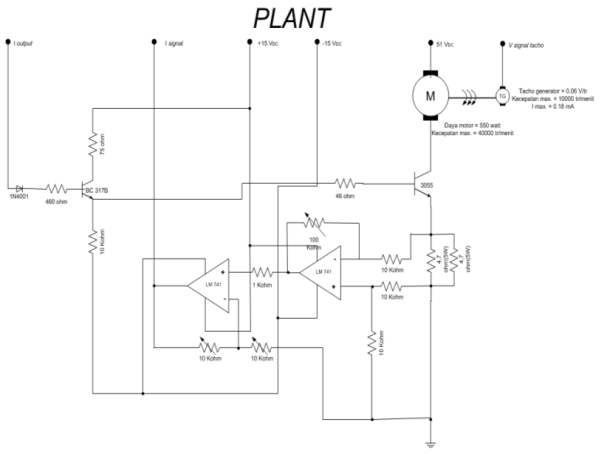
Ibrahim (2016: 97) juga menjelaskan bahwa rangkaian kontrol kecepatan terdiri dari rangkaian Op-Amp penjumlah antara sinyal *reference* kecepatan dengan polaritas positif dan *feedback* kecepatan dengan polaritas negatif. Sinyal keluaran berupa sinyal *error* yang akan diolah olehm PI kontrol yang direalisasikan dalam bentuk Op-Amp *integrator* dan penguat pembalik sehingga menghasilkan sinyal keluaran kontrol (P) dan sinyal keluaran kontrol (I) yang akan disatukan atau dijumlahkan dengan Op-Amp penjumlah. Begitu juga dengan realisasi kontrol arus menggunakan prinsip yang sama dengan sistem kontrol kecepatan. Berikut gambar 2.18 menunjukkan sistem kontrol arus dengan IC Op-Amp 741.



Gambar 2.18 Rangkaian Sistem Kontrol Arus

Sumber: Ibrahim, 2016

Ibrahim (2016: 98) menjelaskan juga bahwa inti dari sistem kontrol torsi berdasarkan prinsip persamaan nilai torsi motor sebanding dengan nilai arus armaturnya sehingga kontrol kecepatan hanya sebagai pemberi arus *reference* saja. Hasil keluaran sinyal tegangan *output* sistem kontrol ini harus dikonversi menjadi nilai arus yang akan mengontrol arus armaturnya sehingga perubahan nilai tegangan yang dikeluarkan sistem kontrol sebanding dengan perubahan nilai arus *armature*nya. Rangkaian ini juga sebagai konversi nilai tegangan menjadi nilai arus. Berikut rangkaian penguat sinyal kontrol dan sensor arus pada gambar 2.19.



Gambar 2.19 Rangkaian Penguat Sinyal Kontrol dan Sensor Arus

Sumber: Ibrahim, 2016

2.1.9.3. Driver Motor DC

1. Driver Motor DC menggunakan Transistor

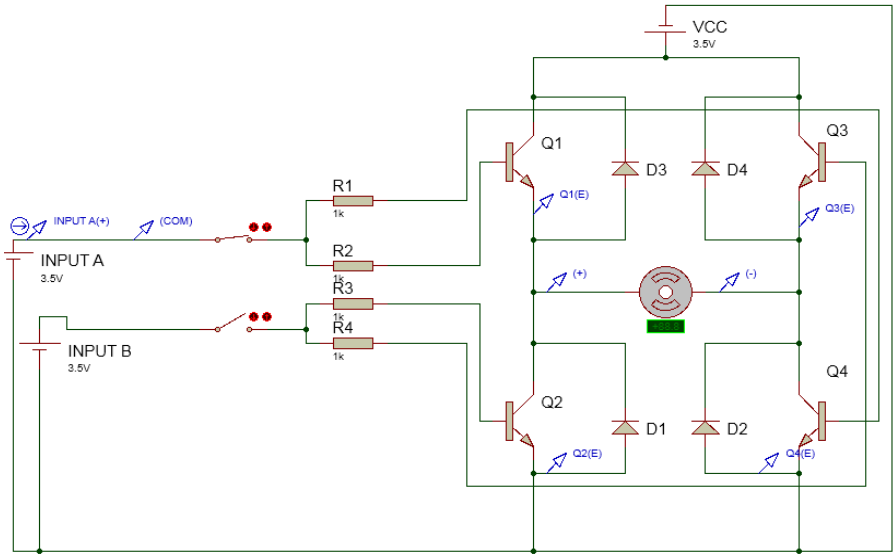
Menurut Muharam (2015: 3), rangkaian *driver* motor DC menggunakan 4 buah transistor dengan jenis bipolar NPN. Rangkaian ini disebut H-Bridge karena transistor dirangkai sehingga menyerupai huruf H. Fungsi transistor yang digunakan pada rangkaian *driver* motor DC ini digunakan sebagai saklar. Dengan mengontrol basis dari transistor hingga komponen ini menjadi jenuh, akan menyebabkan seolah-olah diperoleh hubungan singkat antara kaki *collector* dengan kaki *emitter*. Fenomena inilah yang dapat dimanfaatkan hingga transistor dapat digunakan sebagai saklar.

Pada rangkaian ini, digunakanlah motor DC sebagai penguji coba rangkaian transistor H-Bridge. Motor DC merupakan salah satu komponen elektronika yang menggunakan kumparan untuk menciptakan medan magnet yang diberi *impuls* tegangan, untuk menggerakan *rotor*. Sebuah motor Dc memiliki 2 arah perputaran yaitu berputar searah jarum jam dan kebalikan arah jarum jam. Arah putaran motor, juga dapat dipengaruhi oleh polaritas tegangan masukan yang diberikan, dan akan berputar semakin cepat apabila tegangan yang diberikan semakin besar dan masih di bawah kapasistas dari motor DC yang digunakan. Rangkaian transistor ini menggunakan metode logika dasar TTL (*High*) dan (*Low*). Dengan menggunakan metode logika TTL nol dan satu maka rangkaian hanya dapat mengendalikan arah putaran motor DC saja dengan kecepatan putaran Motor DC maksimum.

Ketika *input* A dan B bernilai nol atau *low*, maka keempat transistor tidak mendapatkan pemicu atau pengaruh pada basisnya sehingga transistor bersifat *cut off* atau bersifat seperti saklar yang terbuka, ketika *input* A berlogika nol atau *low*

dan *input* B bernilai *high* atau satu maka Q3 mendapatkan pemicu pada basisnya sedangkan Q1 dan Q4 tetap pada kondisi *cut off*. Karena Q3 bersifat saturasi atau seperti saklar yang tertutup, maka basis Q2 mendapatkan pemicu juga sehingga bersifat saturasi akibatnya arus akan mengalir sesuai dengan urutan sebagai berikut: Q3 => motor => Q2 => ground. Dengan demikian motor akan bergerak berlawanan dengan arah jarum jam dengan polaritas tegangan negatif.

Sedangkan bila *input* A berlogika satu atau *high* dan *input* B bernilai nol atau *low* maka Q1 mendapatkan pemicu pada basisnya sedangkan Q2 dan Q3 tetap pada kondisi *cut off*. Karena Q1 bersifat saturasi atau seperti saklar yang tertutup, maka basis Q4 mendapatkan pemicu juga sehingga bersifat saturasi akibatnya arus akan mengalir sesuai dengan urutan sebagai berikut: Q1 => motor => Q4 => ground. Dengan demikian motor akan bergerak sesuai dengan arah jarum jam dengan polaritas tegangan positif. Jika kedua *input* diberi logika 1 atau *High* secara bersamaan,maka akan mengakibatkan semua transistor berada pada kondisi saturasi. Secara logika motor tidak akan berputar karena tidak adanya beda potensial diantara kedua ujung motor, dalam prakteknya hal ini akan mengakibatkan panas yang berlebihan pada semua transistor sehingga transistor mengalami kerusakan. Berikut rangkaian driver motor DC menggunakan transistor pada gambar 2.20



Gambar 2.20 Rangkaian Driver Motor DC menggunakan Transistor

Sumber: Muharam, 2015

2. Driver Motor DC menggunakan IC L293D

Menurut Winarno dan Arifianto (2011: 125), selain digunakan untuk menggerakkan arah putar motor, rangakaian pengendali (*driver*) motor pada robot *line follower* digital juga dapat berfungsi sebagai kontrol kecepatan motor, sehingga motor dapat bergerak dengan kecepatan yang diinginkan.

Rangkaian pengendali motor ini menggunakan IC L293D. IC tersebut merupakan bentuk rangkaian daya tinggi terintegrasi yang mampu melayani empat buah beban dengan arus 600 mA hingga 1,2 A. Keempat kanal masukannya didesain untuk dapat menerima masukan level logika TTL. *Driver* motor yang terdapat dalam IC L293D terdiri atas dua pasang rangkaian H-*Bridge* yang masing-masing dikendalikan oleh pin *enable* 1 dan *enable* 2.

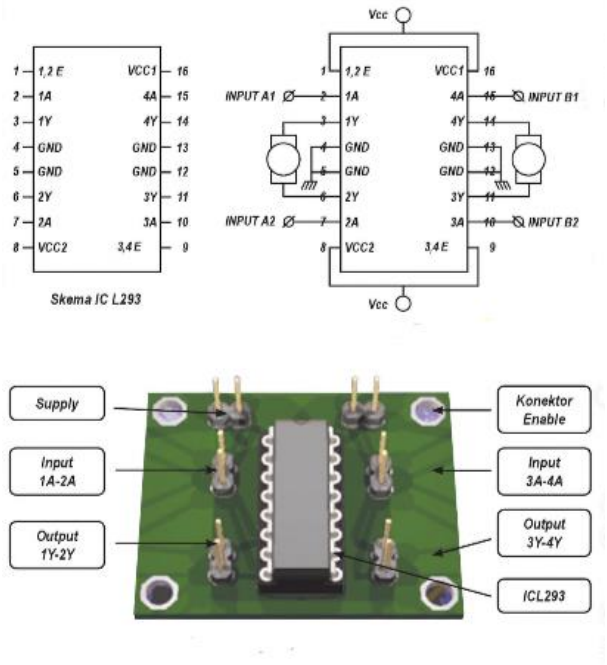
IC L293D memiliki dua buah catu daya, yaitu suplai untuk IC dan suplai untuk motor. Besarnya tegangan suplai motor tidak harus sama dengan suplai IC. Misalnya tegangan 5 volt sebagai suplai IC dihubungkan dengan pin 16, dan

suplai untuk motor adalah 12 volt dihubungkan dengan pin 8. Pada kondisi ini, *driver* motor siap digunakan. Jika *input* 1 (1 A) dan *input* 2 (2 A) diberi tegangan sedangkan pin *enable* 1 dan 2 dalam keadaan *low* (0), *output* 1 (1 Y) dan *output* 2 (2 Y) tidak aktif. Untuk mengaktifkannya, berikan tegangan *high* (1) pada *enable* 1-2. Hal ini juga berlaku untuk kanal 3 dan 4. Agar semua kanal aktif, *enable* 1-2 dan *enable* 3-4 harus dalam keadaan *high* (1). Selain berguna untuk mengaktifkan atau menon-aktifkan *port* keluaran motor, *enable* juga digunakan sebagai *port* masukan bagi PWM untuk mengatur kecepatan putar motor yang digunakan. Arah putaran motor dapat dikendalikan dengan memberikan variasi tegangan pada inputnya.Berdasarkan penjelasan di atas dapat dilihat berbagai macam arah gerak motor DC pada tabel 2.1 sedangkan skema rangkain pengendali motor dapat dilihat pada gambar 2.21.

Tabel 2.1 Kontrol Arah Gerak *Driver* Motor

INPUT		**ARAH PUTARAN MOTOR**
1 A	**2A**	
0	0	Berhenti (tidak berputar)
1	0	Berputar searah jarum jam
0	1	Berputar berlawanan arah jarum jam
1	1	Berhenti (tidak berputar)

Sumber: (Winarno, 2011)



Gambar 2.21 Rangkain Driver Motor IC L293D

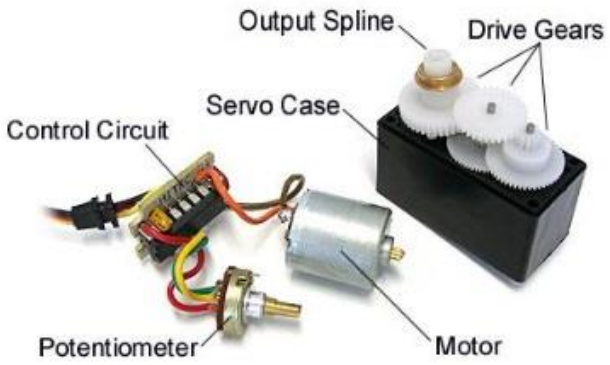
Sumber: Winarno, 2011

2.1.10. Motor Servo

Menurut Aris (2010: 34), motor servo adalah motor DC kualitas tinggi yang memenuhi syarat untuk digunakan pada aplikasi servo seperti *closed control loop*. Motor servo terdiri dari sebuah motor, serangkaian gear, potensiometer, dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor. Maka semakin lebar pulsa *off* maka akan semakin besar gerakan sumbu ke arah jarum jam dan semakin kecil pulsa *off* maka akan semakin besar gerakan sumbu ke arah yang berlawanan dengan jarum jam. Sistem mekanik motor servo dapat dilihat pada gambar 2.22 Motor servo terdiri atas beberapa bagian, yaitu:

1. 3 jalur kabel : *power, ground,* dan *control*
2. Sinyal kontrol mengendalikan posisi

3. Operasional dari motor servo dikendalikan oleh sebuah pulsa selebar ± 20 ms, dimana lebar pulsa antara 0.5 ms dan 2 ms menyatakan akhir dari range sudut maksimum.
4. Konstruksi di dalamnya meliputi internal gear, potensiometer, dan *feedback control*.

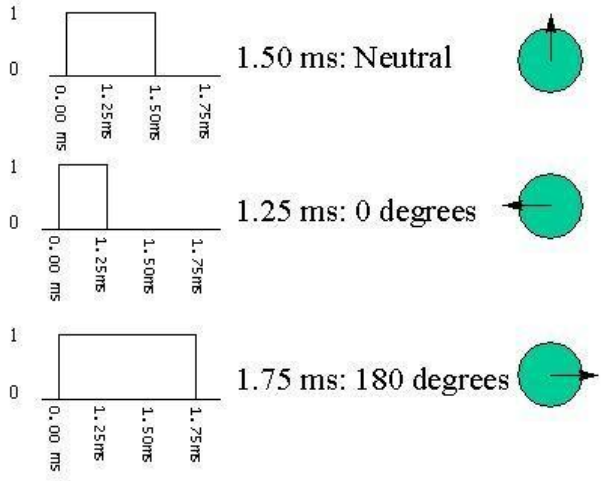


Gambar 2.22 Sistem Mekanik Motor Servo

Jenis-jenis motor servo menurut Aris (2010: 35) ada dua, yaitu:

1. Motor servo standar 180^0 adalah motor servo jenis standar hanya mampu bergerak dua arah (CW dan CCW) dengan defleksi masing-masing sudut mencapai 90^0 sehingga total defleksi sudut dari kanan-tengah-kiri adalah 180^0.
2. Motor servo kontinu 360^0 adalah motor servo jenis kontinu yang mampu bergerak dua arah (CW dan CCW) tanpa batasan defleksi sudut putar (dapat berputar secara kontinu).

Menurut Ruthmawati (2015: 31), cara pengendalian motor servo untuk mengatur sudut posisi dari output. Sudut posisi ditentukan oleh durasi pulsa yang diberikan oleh kabel kontrol. Motor servo digerakkan dengan menggunakan PWM (*Pulse Width Modulation*). Motor servo akan mengecek pulsa setiap 20 ms (0.2 detik). Panjang pulsa akan menentukan seberapa jauh motor akan berputar. Dapat dilihat pada gambar 2.23 di bawah ini.



Gambar 2.23 Pergerakan Motor Servo

Sumber: Ruthmawati, 2015

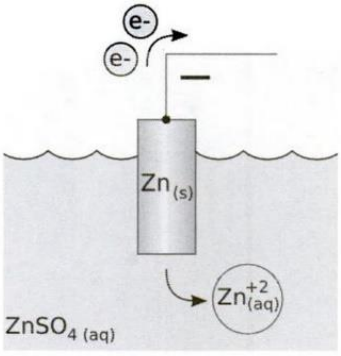
Berdasarkan gambar 2.23 merupakan sebuah contoh dari pergeseran motor servo jika pada pulsa 1.5 ms akan membuat motor berputar sejauh 90^0 atau posisi netral. Jika pulsa lebih pendek dari 1.5 ms, maka motor akan berpuutar lebih dekat ke 0^0. Jika lebih panjang dari 1.5 ms maka akan berputar mendekati 180^0.

2.1.11. Baterai

Baterai memiliki berbagai komponen penting yang membentuk suatu reaksi kimia sehingga menghasilkan aliran listrik. Komponen-komponen ini harus ada dan lengkap untuk bisa menghasilkan reaksi kimia dengan *output* aliran listrik (Jubilee, 2010: 5).

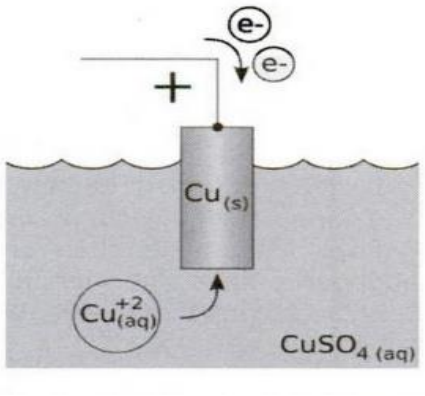
Berikut ini adalah komponen-komponen yang harus terdapat pada sebuah baterai:

1. Batang karbon sebagai anoda. Fungsi komponen ini adalah sebagai katub positif pada sebuah baterai. Dapat dilihat pada gambar 2.24



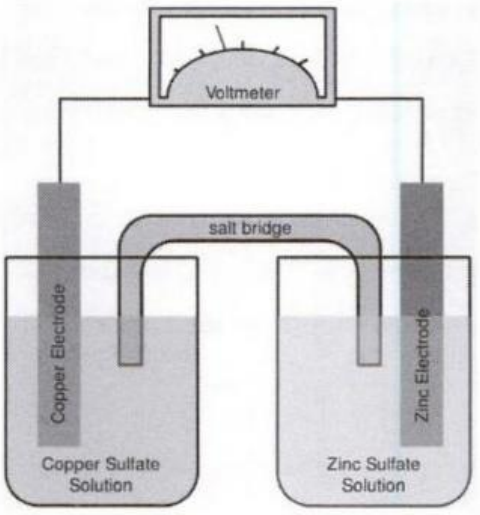
Gambar 2.24 Ilustrasi dari Anoda

2. Seng sebagai katoda. Fungsi komponen ini adalah sebagai katub negatif pada sebuah baterai.Dapat dilihat pada gambar 2.25.



Gambar 2.25 Ilustrasi dari Katoda

3. Pasta sebagai elektrolit. Pasta merupakan salah satu komponen yang memiliki fungsi sebagai penghantar arus listrik yang dihasilkan oleh baterai. Dapat dilihat pada gambar 2.26



Gambar 2.26 Larutan Elektrolite pada Sebuah Baterai (Pasta)

Menurut Jubilee (2010: 11), baterai Primer adalah jenis baterai yang hanya dipergunakan sekali saja dan tidak diisi ulang. Kelebihan baterai jenis ini adalah sebagai berikut:

1. Praktis penggunaannya. Pakai-habis-buang.
2. Biasanya harga baterai primer lebih murah dibandingkan harga baterai sekunder.

Kelemahan baterai primer adalah sebagai berikut:

1. Reaksi kimianya tidak dapat dibalik sehingga tidak dapat diisi ulang.
2. Karena hanya bisa dipakai sekali, tentu saja menimbulkan masalah lingkungan. Masalah ini timbul karena rendahnya kesadaran masyarakat untuk tidak membuang baterai bekas secara sembarangan.

Baterai sekunder adalah salah satu jenis baterai yang dapat diisi ulang dengan menggunakan metode atau alat tertentu. Jenis baterai ini dapat diisi ulang karena reaksi kimia yang dimilikinya dapat dibalik. Hal ini berbeda dengan baterai

primer yang reaksi kimianya tidak dapat dibalik atau permanen (Jubilee, 2010: 12). Kelebihan baterai jenis ini adalah sebagai berikut:

1. Reaksi kimianya bisa dibalik sehingga memungkinkannya untuk digunakan berulangkali.
2. Energi baterai jenis ini biasanya lebih besar dari baterai primer. Tingginya energi listrik yang dimilikinya tentu menunjukkan bahwa baterai ini dikhususkan untuk berbagai barang elektronik yang berkapasitas dan membutuhkan listrik lebih besar dari yang dimiliki baterai jenis primer.
3. Secara ekonomi baterai ini lebih hemat dari baterai primer apabila dihitung penggunaannya secara jangka panjang.

Kelemahan baterai sekunder adalah sebagai berikut:

1. Biasanya harga baterai jenis ini lebih mahal daripada harga baterai primer. Membutuhkan alat bantu (*charger*) untuk dapat mengisi ulang.

2.1.12. MIT App Inventor

Menurut Suryapranata (2015:12), MIT App Inventor adalah aplikasi web sumber terbuka yang awalnya dikembangkan oleh Google, dan saat ini dikelola oleh *Massachusetts Institute of Technology* (MIT). App Inventor memungkinkan pengguna baru untuk memprogram komputer untuk menciptakan aplikasi perangkat lunak bagi sistem operasi Android. App Inventor menggunakan antarmuka grafis, serupa dengan antarmuka pengguna pada Scratch dan StarLogo TNG, yang memungkinkan pengguna untuk men-*drag-and-drop* obyek visual untuk menciptakan aplikasiyang bisa dijalankan pada perangkat Android. Dalam menciptakan App Inventor, Google telah melakukan riset yang berhubungan

dengan komputasi edukasional dan menyelesaikan lingkungan pengembangan online Google.

2.1.13. Metode *Research and Development* (R&D)

2.1.13.1.Definisi Metode *Research and Development* (R&D)

Metode *Research and Development* atau yang berarti Metode penelitian dan pengembangan adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut (Sugiyono, 2015 : 407)

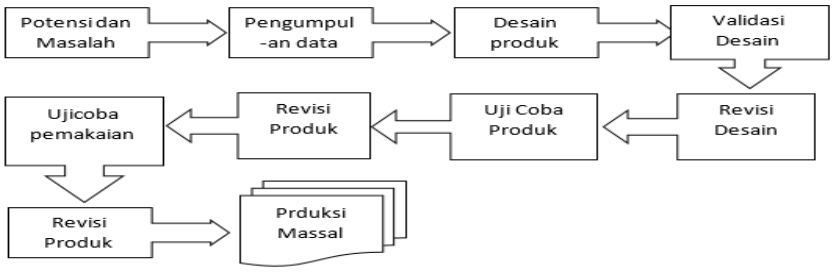
National Science Board dalam "*Research and Development Essential Foundation for U.S Competitiveness in A Global Economy*" (2008 : endnotes) dalam buku Putra (2011: 68) menguraikan Definisi Penelitian dan Pengembangan (R&D):

"R&D adalah metode penelitian yang secara sengaja, sistematis, bertujuan/diarahkan untuk mencari, merumuskan, memperbaiki, mengembangkan, menghasilkan, menguji keefektifan produk, model, metode/strategi/cara/jasa."

Berdasarkan definisi-definisi yang telah dikemukakan diatas maka dapat disimpulkan bahwa R&D adalah suatu metode yang membutuhkan pengetahuan unk mengembangkan, menghasilkan suatu produk secara efektif.

2.1.13.2.Langkah-Langkah R&D

Langkah – langkah Research and Development (R&D) ditunjukkan pada gambar 2.27.



Gambar 2.27 Langkah–langkah Metode R&D

Sumber: Sugiyono, 2015

Berdasarkan gambar 2.27 dapat diberikan penjelasan sebagai berikut:

1. Potensi dan Masalah

   Penelitian berawal dari adanya potensi dan masalah. Suatu masalah dapat dijadikan potensi, apabila seseorang dapat mendayagunakannya. Masalah ini dapat diatasi melalui R&D dengan cara meneliti sehingga dapat ditemukan suatu model, pola, atau sistem penanganan terpadu yang efektif yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah tersebut.

   Potensi dan masalah yang dikemukakan dalam penelitian harus ditunjukkan dengan data empirik. Data tentang potensi dan masalah tidak harus dicari sendiri, tetapi bisa berdasarkan laporan penelitian orang lain, atau dokumentasi laporan kegiatan dari perorangan atau instansi tertentu yang masih up to date.

2. Pengumpulan data

   Setelah potensi dan masalah dapat ditunjukkan secara faktual dan up to date, maka selanjutnya perlu dikumpulkan berbagai informasi yang dapat digunakan sebagai bahan untuk perencanaan produk tertentu yang diharapkan dapat mengatasi masalah tersebut. Metode apa yang akan digunakan untuk penelitian tergantung permasalahan dan ketelitian tujuan yang ingin dicapai.

3. Desain Produk

Dalam bidang teknik, desain produk harus dilengkapi dengan penjelasan mengenai bahan – bahan yang digunakan untuk membuat setiap komponen pada produk tersebut, ukuran dan toleransinya, alat yang digunakan untuk mengerjakan, serta prosedur kerja.

Dalam produk yang berupa sistem perlu dijelaskan mekanisme penggunaan sistem tersebut, cara kerja, berikut kelebihan dan kekurangannya. Setiap desain produk perlu ditunjukkan dalam gambar kerja atau bagan. Hasil akhir dari kegiatan ini adalah berupa desain produk baru, yang lengkap dengan spesifikasinya.

4. Validasi Desain

Validasi desain merupakan proses kegiatan untuk menilai apakah rancangan produk secara rasional akan lebih efektif dari yang lama atau tidak. Validasi desain dapat dilakukan dalam forum diskusi dengan menghadirkan beberapa pakar atau tenaga ahli untuk menilai produk baru yang dirancang tersebut.

5. Perbaikan Desain

Setelah desain produk divalidasi malaui diskusi dengan pakar dan para ahli lainnya, maka akan diketahui kelemahannya. Kelemahan tersebut selanjutnya dicoba untuk dikurangi dengan cara memperbaiki desain.

6. Uji Coba Produk

Setelah desain produk divalidasi dan direvisi, maka selanjutnya mesin atau sistem tersebut dapat dibuat dalam bentuk prototipe. Prototipe inilah yang selanjutnya diuji coba.

7. Revisi Produk

   Jika Produk memiliki beberapa kekurangan yang signifikan maka dibuat revisi desain produk dan diujicobakan kembali hingga mendapatkan hasil yang akurat.

8. Uji coba Pemakaian

   Setelah pengujian terhadap produk berhasil, dan mungkin ada revisi yang tidak terlalu penting, maka selanjutnya produk tersebut diterapkan dalam kondisi nyata untuk lingkup yang luas.

9. Revisi Produk

   Revisi produk ini dilakukan, apabila dalam pemakaian kondisi nyata terdapat kekurangan dan kelemahan. Dalam uji pemakaian, sebaiknya pembuat produk selalu mengawasi bagaimana kinerja produk

10. Pembuatan Produk Massal

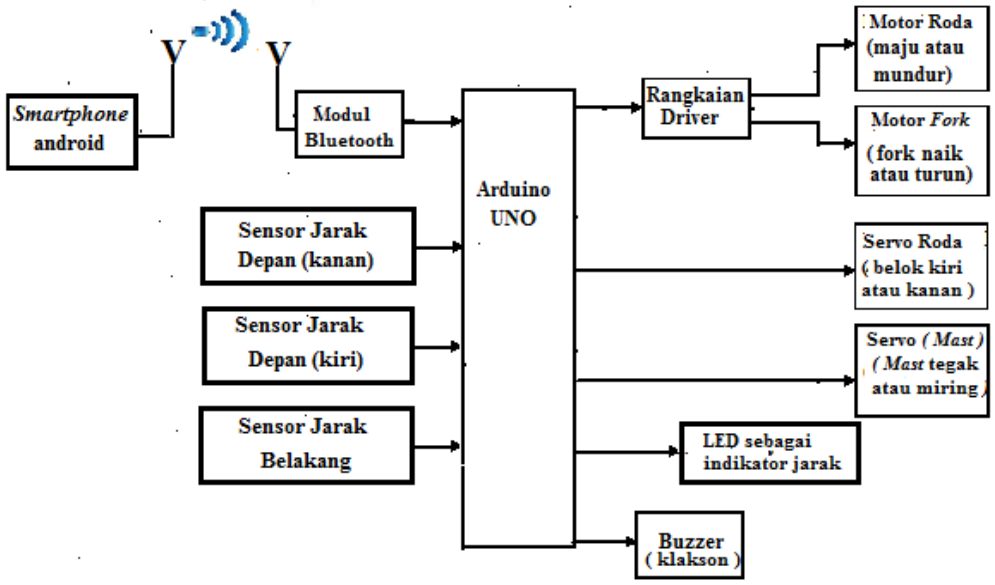
    Pembuatan produk massal ini dilakukan apabila produk yang telah diuji coba dinyatakan efektif dan layak untuk diproduksi massal. Untuk dapat memproduksi masal, maka peneliti perlu bekerja sama dengan perusahaan.

2.2. Kerangka Berpikir

Prototipe *forklift* mengunakan pendeteksi jarak dan *bluetooth* disusun dengan melihat teori-teori yang sudah dibahas sebelumnya, lalu melihat spesifikasi-spesifikasi yang terdapat pada *forklift electric* sebenarnya, diketahui sistem kerja beserta fungsinya. Untuk dapat memahami sistem yang bekerja pada prototipe, maka sistem digambarkan dalam bentuk blok diagram, flowchart (papan alur) dan hipotesis penelitian.

2.2.1. Blok Diagram

Forklift menggunakan sensor pendeteksi jarak berbasis arduino dengan aplikasi android dalam bentuk blok diagram dapat dilihat pada gambar 2.28. *Input* dari sistem terdiri dari, sensor ultrasonik untuk mendeteksi jarak objek, output dari sistem terdiri dari motor DC untuk menggerakkan roda agar dapat maju dan mundur,serta untuk menggerakan *fork* menaikan atau menurunkan barang. Motor servo sebagai *output* digunakan untuk menggerakkan prototipe ke arah kiri atau kanan. LED sebagai indikator. Pada komunikasi terdiri dari, modul *bluetooth* yang digunakan sebagai komunikasi nirkabel yang dikoneksi dengan *bluetooth smartphone* android.



Gambar 2.28 Blok Diagram Prototipe *Forklift*

Berdasarkan Gambar 2.28, maka prototipe *forklift* menggunakan sensor pendeteksi jarak dan *bluetooth* berbasi arduino menggunakan aplikasi android dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. ***Smartphone* android** digunakan sebagai *input*, dimana tombol-tombol aplikasi android yang berada pada *smartphone* akan mengirim perintah melalui jaringan *bluetooth* yang akan di proses oleh arduino.
2. **Modul *bluetooth*** digunakan sebagai penghubung komunikasi antara *smartphone* android dengan prototipe *forklift*.
3. **Sensor jarak depan (kanan)** menggunakan sensor ultrasonik, dimana sensor tersebut akan mendeteksi jarak dari bagian depan sebelah kanan dari prototipe sehingga dapat mendeteksi jarak sesuai dengan yang ditentukan dari program arduino IDE. Ketika sensor jarak mendeteksi, maka motor roda akan berhenti dan indikator akan menyala.
4. **Sensor jarak depan (kiri)** menggunakan sensor ultrasonik, dimana sensor tersebut akan mendeteksi jarak dari bagian depan sebelah kiri dari prototipe sehingga dapat mendeteksi jarak sesuai dengan yang ditentukan dari program arduino IDE. Ketika sensor jarak mendeteksi, maka motor roda akan berhenti dan indikator akan menyala.
5. **Sensor jarak belakang** menggunakan sensor ultrasonik, dimana sensor tersebut akan mendeteksi jarak dari bagian belakang dari prototipe sehingga dapat mendeteksi jarak sesuai dengan yang ditentukan dari program arduino IDE. Ketika sensor jarak mendeteksi, maka motor roda akan berhenti dan indikator akan menyala.
6. ***Driver* motor** digunakan sebagai kontrol kecepatan motor DC sehingga motor dapat bergerak sesuai dengan kecepatan yang diinginkan.
7. **Motor roda (maju atau mundur)** diletakkan pada roda prototipe *forklift* bagian depan. Roda akan bergerak maju atau mundur apabila mendapat

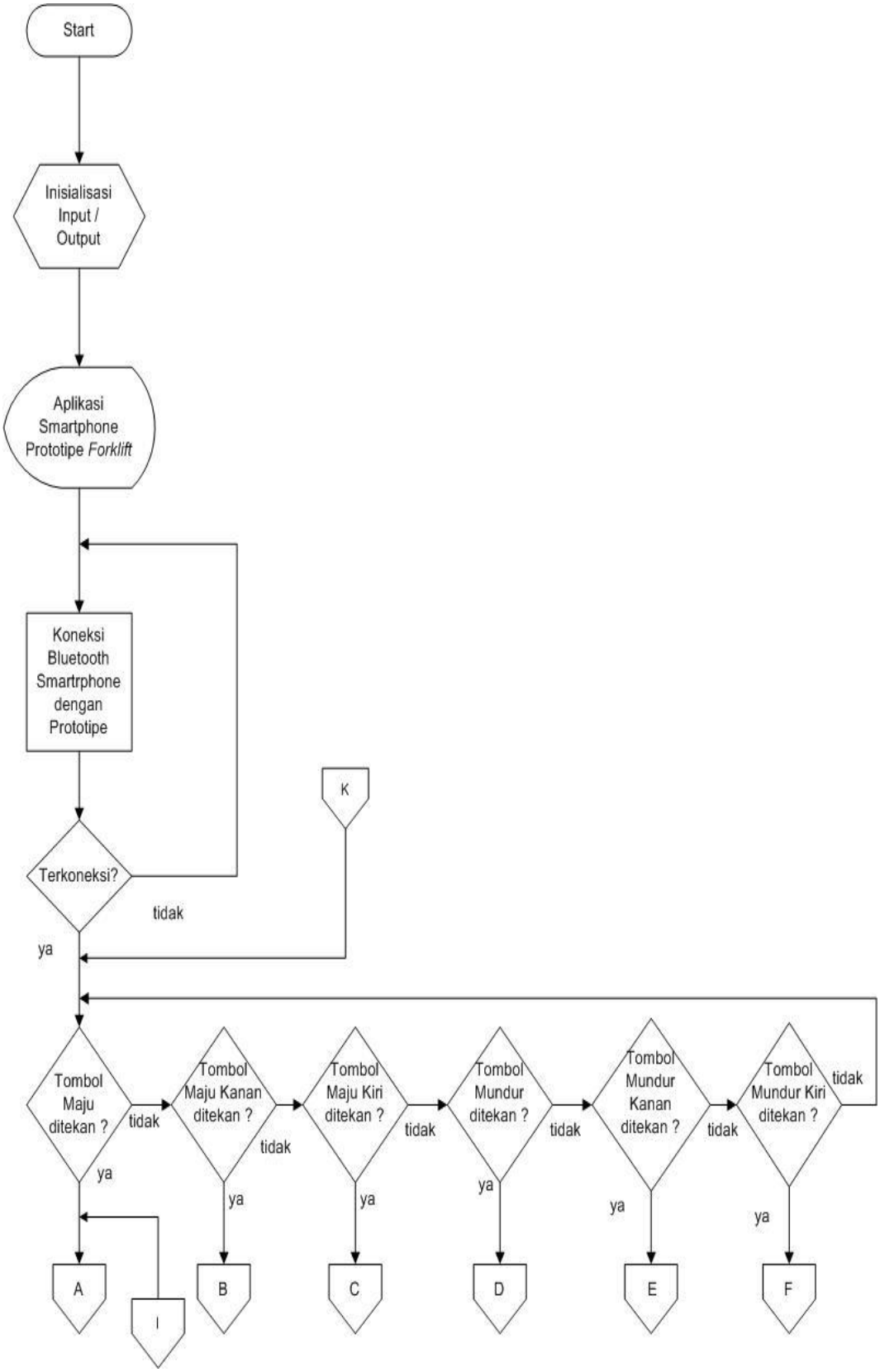
tegangan dari *driver* motor. Dengan syarat salah satu *input* dari arduino ke *driver* motor berlogika *high*.

8. **Motor *fork* (turun atau naik)** diletakkan pada bagian *fork* prototipe *forklift*. *Fork* akan bergerak turun atau naik apabila mendapat tegangan dari *driver* motor. Dengan syarat salah satu *input* dari arduino ke *driver* motor berlogika *high*.
9. **Servo roda** digunakan sebagai kendali belok kanan dan belok kiri pada roda belakang. Servo diletakkan pada pin PWM di arduino sehingga tak memakai driver motor untuk menggerakannya. Servo bergerak dengan mengubah sudutnya yang diatur sesuai program arduino IDE yang ditentukan.
10. **Servo *mast*** digunakan sebagai kendali keadaan *mast* yaitu tegak lurus dan miring. Servo diletakkan pada pin PWM di arduino sehingga tak memakai driver motor untuk menggerakannya. Servo bergerak dengan mengubah sudutnya yang diatur sesuai program arduino IDE yang ditentukan.
11. **LED** digunakan sebagai indikator apabila sensor jarak mendeteksi objek pada jarak yang ditentukan sehingga LED akan menyala.
12. ***Buzzer*** digunakan sebagai klakson dengan *output* berupa suara yang akan bekerja ketika tombol klakson ditekan pada aplikasi android.
13. **Arduino** sebagai pemrosesan data dari *input* ke *output.*

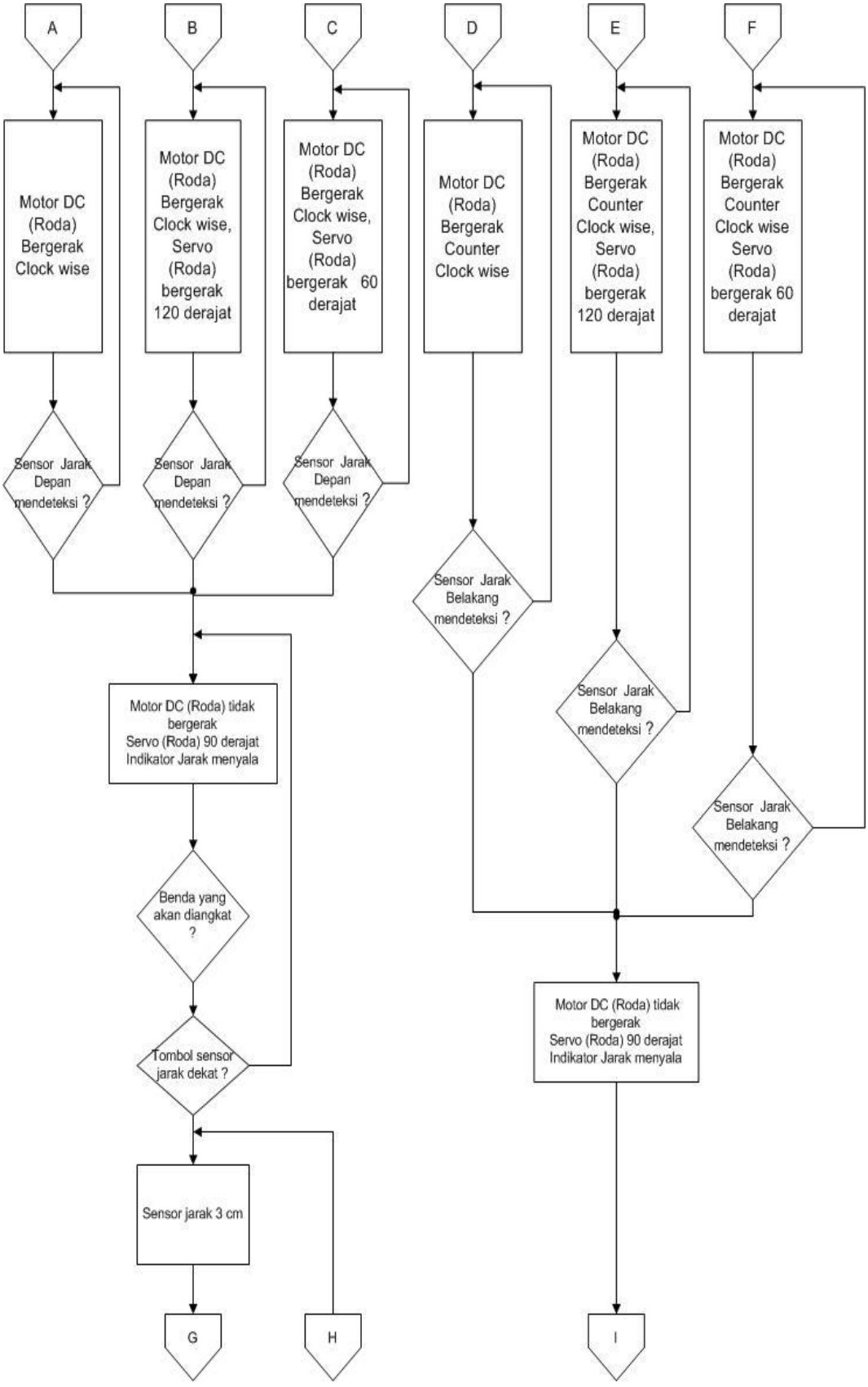
2.2.2. *Flowchart*

Selain dengan blok diagram, sistem dapat dijelaskan melalui *flowchart* (papan alur) pada gambar 2.29. Pada gambar 2.30 dan gambar 2.31 sistem dimulai dari masuknya perintah dari smartphone. Kemudian prototipe akan berhenti bergerak

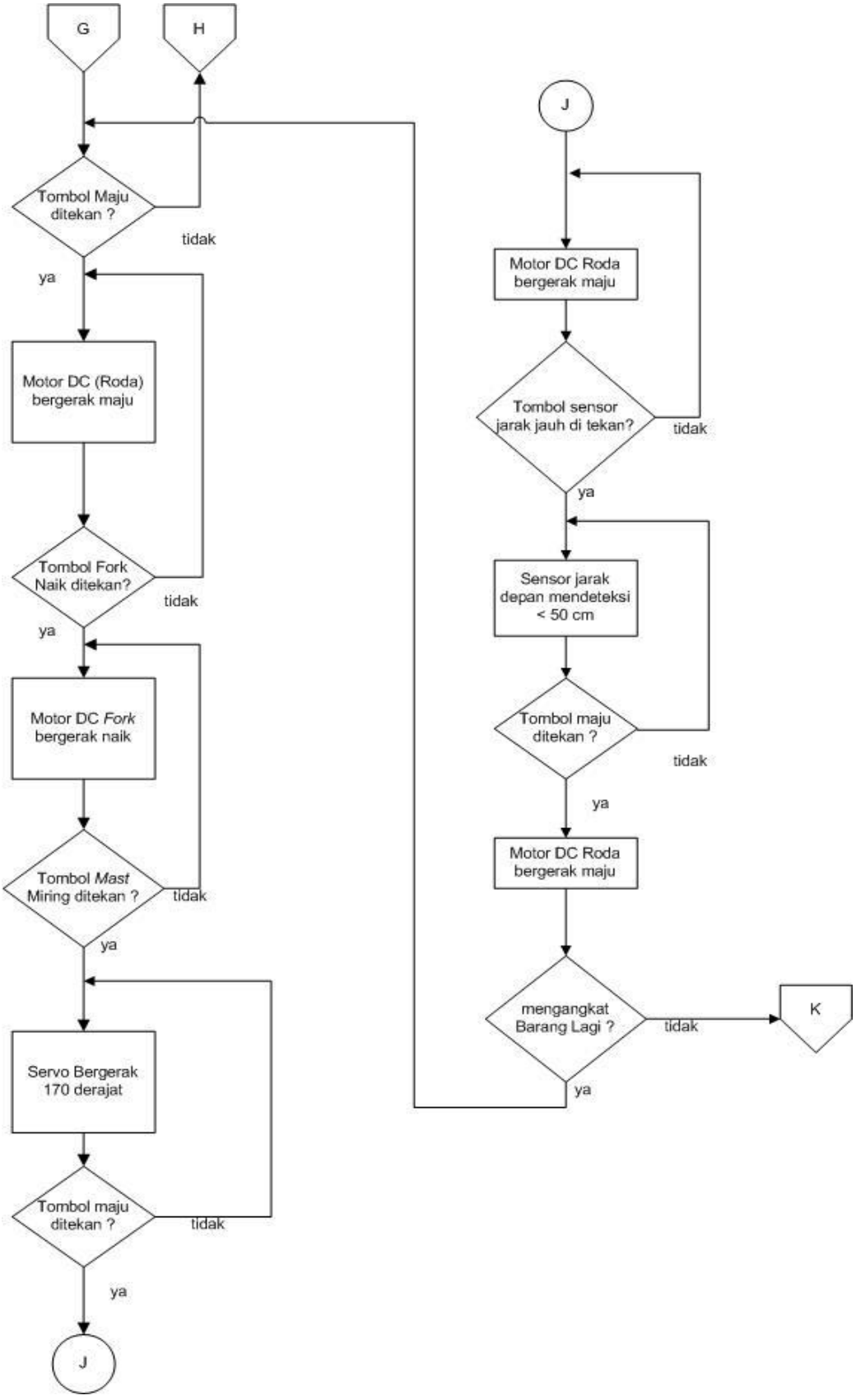
apabila sensor jarak mendeteksi objek. Ketika sensor mendeteksi objek maka LED belakang sebagai indikator akan menyala. Apabila sensor jarak yang depan yang membaca maka prototipe tak bisa maju namun bisa mundur ke belakang. Sedangkan bila sensor jarak belakang yang membaca maka prototipe tak bisa mundur namun bisa maju ke depan. Pemberian perintah dilakukan smartphone ke arduino melalui *bluetooth*. Sehingga prototipe dapet bergerak sesuai tombol yang ditekan pada pada layar *smartphone.* Ketika prototipe *forklift* akan melakukan pemindahan benda dari tempatnya ke tempat lain. *Forklift* akan maju ke depan kemudian sensor jarak akan membaca benda. Setelah itu prototipe akan berhenti terlebih dahulu karena sensor jarak bekerja dengan mendeteksi benda. Ketika benda telah terbaca, maka porototipe akan memperkecil jarak jangkauan melalui tombol pada *smartphone.* Jarak jangkauan diperkecil agar prototipe dapat menghampiri benda dan dapat mengangkatnya untuk dipindahkan. Setelah terangkat, jarak jangkauan diperbesar kembali. Jarak jangkauan diperbesar agar prototipe dapat kembali mendeteksi benda yang berada jauh di depan prototipe. Berdasarkan teori-teori yang mendukung dan kerangka berpikir yang telah dikemukakan sebelumnya, maka prototipe menggunakan sensor ultrasonik sebagai sensor pendeteksi jarak dengan sistem kendali berupa arduino. Dapat mengendalikan gerak dari motor DC dan motor servo yang digunakan sebagai *output* dengan menerima perintah *dari smartphone* android melalui komunikasi *bluetooth* sehingga dapat bekerja sesuai fungsinya.



Gambar 2.29 ***Flowchart Porototipe Forklift*** **1**



Gambar 2.30 *Flowchart* Prototipe *Forklift* 2



Gambar 2.31 *Flowchart* Prototipe *Forklift* 3

2.2.3. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka teoritik, blok diagram dan diagram alir (*flowchart)* yang telah dibahas sebelumnya, maka prototipe *forklift* menggunakan sensor pendeteksi jarak dan *bluetooth* berbasis arduino dengan aplikasi android dianggap berhasil apabila prototipe *forklift* dapat dikendalikan dengan smartphone android dan dapat mendeteksi jarak. Selain itu, diharapkan prototipe memiliki spesifikasi sebagai berikut :

1. Roda depan prototipe *forklift* akan berhenti bergerak ketika sensor jarak membaca objek kurang dari 50 cm dan indikator akan menyala.
2. Prototipe dapat mengangkat beban lebih dari 100 gram.
3. Jangkauan sensor jarak dapat diatur dari tombol aplikasi android melalui jaringan *bluetooth.*
4. Prototipe dapat bergerak dengan kecepatan lebih dari 0,10 m/s.
5. Jangkauan jarak koneksi jaringan *bluetooth* dan *smartphone* kurang dari 10 meter.

	Mundur	Berhasil
	Mundur belok kiri	Berhasil
	Fork turun	Berhasil
	Fork Naik	Berhasil
	Mast Miring	Berhasil
	Mast Lurus	Berhasil
	Jarak jauh	Berhasil
	Buzzer	Berhasil
	Jarak Dekat	Berhasil

4.1.1.2. Hasil Pengujian Komunikasi Bluetooth

Pada pengujian komunikasi serial dilakukan dengan cara menghubungkan pin Receiver (Rx) pada Bluetooth dengan pin Transmitter (Tx) pada Arduino UNO dan menghubungkan pin Transmitter (Tx) pada Bluetooth dengan pin Receiver (Rx) pin Arduino UNO. Jika Arduino terkoneksi dengan android smartphone maka indikator berupa LED pada bluetooth akan berhenti berkedip (menyala terus) dan jika tidak terkoneksi maka indikator akan berkedip secara terus menerus Hasil pengujian komunikasi serial dapat dilihat pada tabel 4.4

Tabel 4.4 Pengujian Komunikasi Bluetooth

No.	Pengujian Arah Komunikasi	Kriteria Pengujian	Hasil Pengujian
1	bluetooth prototipe forklift dihubungkan dengan smartphone	Dapat terkoneksi	Indikator menyala
		Tidak terkoneksi	Indikator berkedip

4.1.1.3. Hasil Pengujian Motor DC

Pengujian motor DC 1 dan motor DC 2 terhadap arah putaran ketika diberi inputan ditunjukan pada tabel 4.5 dan tabel 4.6 sedangkan untuk kecepatannya ketika roda berjalan dan kekuatannya ketika mengangkat beban dapat dilihat pada tabel 4.7 dan tabel 4.8.

Tabel 4.5 Pengujian Arah Putaran Motor DC 1 (Roda Mobil)

No.	Logika Input Driver Motor		Arah Putaran Motor DC 1	Tegangan Output Driver (Volt)		Keterangan
	Pin 10	Pin 12		Pin 13	Pin 14	
1	0	0	Off	0	0	Berhenti
2	1	0	Clock wise	15,42	0	Bergerak maju
3	0	1	Counter Clock Wise	0	15,42	Bergerak Mundur
4	1	1	break	15,42	15,42	break

Tabel 4.6 Pengujian Arah Putaran Motor DC 2 (Fork)

No.	Logika Input Driver Motor		Arah Putaran Motor DC 1	Tegangan		Keterangan
	Pin 6	Pin 7		Pin 3	Pin 2	
1	0	0	Off	0	0	Berhenti
2	1	0	Clock wise	15,39	0	Bergerak Naik
3	0	1	Counter Clock Wise	0	15,39	Bergerak Turun
4	1	1	break	15,39		break

Tabel 4.7 Pengujian Kecepatan Motor DC

No.	Pengujian	Jarak yang ditempuh dalam meter	Waktu yang ditempuh dalam detik
1	Pengujian 1	5	30.41
2	Pengujian 2		29.94
3	Pengujian 3		30.66
4	Pengujian 4		30.62
5	Pengujian 5		31.66
Rata-Rata			0.16 m/s

Tabel 4.8 Pengujian Kekuatan Motor DC

No.	Berat beban dalam gram	Kondisi
1	115	Terangkat
2	365	Terangkat
3	500	Terangkat
4	615	Terangkat
5	750	Tidak Terangkat

Hasil pengujian motor DC pada tabel 4.5 dan 4.6 bahwa hasil pengujian sesuai dengan kriteria pengujian yang telah dibuat maka diketahui bahwa motor DC 1 dan motor DC 2 berfungsi dengan baik. Apabila pada rangkaian driver yang dibuat pada L298 N mendapatkan sinyal output dari arduino akan menggerakkan motor DC sesuai dengan perintah input yang aktif.

4.1.1.4. Hasil Pengujian Motor Servo

Motor servo digerakkan dengan menggunakan PWM (Pulse Width Modulation). Pada pengujian motor servo dilakukan dengan kriteria yaitu panjang pulsa akan menentukan seberapa jauh motor akan berputar.

Tabel 4.9 Pengujian Motor Servo

Posisi Servo	Lebar Pulsa (ms)	
	Logika High	Logika Low
0^o	0,54 ms	19,46ms
30^o	0,84 ms	19,15 ms
60^o	1,00 ms	19,00 ms
90^o	1,16 ms	18,84 ms
120^o	1,78ms	18,22ms
150^o	2,09 ms	17,91 ms
180^o	2,40 ms	17,61 ms

4.1.2. Hasil Pengujian Sistem Pendeteksi Jarak

Setelah dilakukan pengujian pada sistem pendeteksi jarak yang meliputi pengujian sensor ultrasonik maka didapat hasil pengujian sebagai berikut:

4.1.2.1. Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik

Pada pengujian jarak jangkauan sensor ultrasonik dilakukan dengan cara memasang atau melekatkan sensor ultrasonik di depan dan di belakang dan jika ada objek melewati jarak jangkauan sensor tersebut maka indikator berupa LED akan menyala. Maka pada tabel 4.10, 4.11, dan 4.12 didapat hasil dari pengujian jarak jangkauan sensor ultrasonik ialah sebagai berikut

Tabel 4.10 Hasil Pengujian Jarak Jangkauan Sensor Jarak Depan (Kiri)

Jarak (cm)	Kriteria Pengujian	Hasil Pengujian
10	Mendeteksi adanya seseorang dan benda	Mendeteksi
20		Mendeteksi
30		Mendeteksi
40		Mendeteksi
50		Mendeteksi
60		Tidak Mendeteksi
70		Tidak Mendeteksi
80		Tidak Mendeteksi
90		Tidak Mendeteksi
100		Tidak Mendeteksi

Tabel 4.11 Hasil Pengujian Jarak Jangkauan Sensor Jarak Depan (Kanan)

Jarak (cm)	Kriteria Pengujian	Hasil Pengujian
10	Mendeteksi adanya seseorang dan benda	Mendeteksi
20		Mendeteksi
30		Mendeteksi
40		Mendeteksi
50		Mendeteksi
60		Tidak Mendeteksi
70		Tidak Mendeteksi
80		Tidak Mendeteksi
90		Tidak Mendeteksi
100		Tidak Mendeteksi

Tabel 4.12 Hasil Pengujian Jarak Jangkauan Sensor Jarak Belakang

Jarak (cm)	Kriteria Pengujian	Hasil Pengujian
10	Mendeteksi adanya seseorang dan benda	Mendeteksi
20		Mendeteksi
30		Mendeteksi
40		Mendeteksi
50		Mendeteksi
60		Tidak Mendeteksi
70		Tidak Mendeteksi
80		Tidak Mendeteksi
90		Tidak Mendeteksi
100		Tidak Mendeteksi

4.2. Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian secara keseluruhan yang telah dilakukan, diketahui bahwa sistem prototipe mobil forklift dapat berfungsi sesuai dengan perencanaan. Namun ada beberapa keterbatasan yang terdapat pada prototipe ini. Berikut ini merupakan pembahasan dari hasil pengujian tersebut, diantaranya:

Pada tabel 4.1 dan 4.2 hasil pengujian bluetooth, pengujian dilakukan dengan 5 kali percobaan. Jarak jangkauan koneksi yang berhasil dilakukan ialah hingga jarak 10 meter tanpa adanya halangan, sedangkan bila pada jarak 10 meter terdapat halangan koneksi tidak berhasil dilakukan. Sehingga prototipe forklift hanya dapat dikendalikan dari jarak kurang dari 10 meter, sesuai dengan spesifikasi yang terdapat pada datasheet.

Pada tabel 4.3 hasil pengujian aplikasi interface android, aplikasi dapat berfungsi sesuai input yang diberikan yang berupa tombol pada layar smartphone. Aplikasi tersebut dapat digunakan untuk mengendalikan prototipe forklift. Namun aplikasi interface ini hanya dapat digunakan pada jarak jangkauan koneksi bluetooth yaitu hingga 10 meter tanpa halangan.

Pada tabel 4.4 dan hasil pengujian komunikasi bluetooth, Transmitter (Tx) dan Receiver (Rx) pada arduino dengan Transmitter (Tx) dan Receiver (Rx) pada bluetooth dapat terkoneksi sehingga komunikasi serial berhasil untuk menerima dan mengirim data melalui bluetooth yang akan dikoneksikan ke smartphone. Ketika terjadi koneksi maka indikator berupa LED pada bluetooth akan berhenti berkedip dan akan menyala terus-menerus sedengkan jika tak terdapat koneksi dengan smartphone maka indikator akan berkedip terus-menerus.

Pada tabel 4.5 dan tabel 4.6 hasil pengujian putaran motor DC, bahwa hasil pengujian sesuai dengan kriteria pengujian yang telah dibuat maka diketahui bahwa motor DC 1 dan motor DC 2 berfungsi dengan baik. Apabila pada rangkaian driver yang dibuat pada L298N mendapatkan sinyal output dari arduino sehingga driver akan menggerakkan motor DC sesuai dengan perintah input yang aktif.

Pada tabel 4.7 dan tabel 4.8 hasil pengujian pada motor DC 1 dan motor DC 2, untuk kecepatan pada prototipe forklift menggunakan motor DC 1 yaitu mendapatkan rata-rata kecepatan 0,16 m/s. Sedangkan motor DC 2 digunakan untuk mengangkat berat dengan berat maksimal 750 gram.

Pada tabel 4.9 hasil pengujian motor servo dapat disimpulkan bahwa semakin besar posisi sudut servo semakin besar lebar pulsa saat berlogika high. Sedangkan lebar pulsa saat berlogika low akan semakin kecil apabila posisi sudut motor sevo membesar.

Pada tabel 4.10, 4.11, dan 4.12 merupakan hasil pengujian sensor ultrasonik depan dan belakang yang berfungsi sesuai jarak yang ditentukan pada saat pemrogragman pada arduino. Sensor ultrasonik akan mendeteksi objek yang akan mendekat. Sensor ultrasonik akan mendeteksi apabila objek berjarak kurang dari 50 cm dan akan membuat indikator berupa LED menyala dan memberhentikan pergerakan motor DC pada roda, membuat indikator berupa LED menyala dan memberhentikan pergerakan motor DC pada roda.

Berdasarkan pengujian yang dilakukan, Peneliti berpendapat bahwa pengujianyang dilakukan berjalan sesuai kriteria yang telah ditentukan. Sistem kendali dan sistem pendeteksi jarak yang berjalan sesuai perencanaan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Setelah melakukan perancangan, implementasi, pengujian, dan analisa dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Prototipe *forklift* menggunakan sensor pendeteksi jarak berbasis Arduino dengan aplikasi android dapat berfungsi sebagai pengendali mobil pemindah barang dengan komunikasi jarak jauh.
2. Perangkat *output* yang terpasang pada prototipe *forklift* yaitu motor DC dan motor servo dapat bekerja sesuai dengan perintah inputan dari tombol-tombol yang terdapat di aplikasi *smartphone* melalui komunikasi *bluetooth* berbasis Arduino Uno ATMega328.
3. *Smartphone* android dapat bekerja dalam mengendalikan prototipe *forklift* melalui komunikasi *bluetooth*.
4. Sensor ultrasonik untuk mendeteksi jarak dari suatu objek yang berfungsi memberhentikan prototipe *forklift* ketika mendeteksi objek. Jangkauan jarak ultrasonik dapat diatur dari layar *smartphone*.
5. Prototipe *forklift* dapat mengangkat beban maksimum 750 gram.
6. Prototipe *forklift* dapat berjalan dengan kecepatan 0,16 meter per detik

5.2. Saran

Dalam penelitian ini tentu terdapat kekurangan yang harus diperbaiki. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan serta kesimpulan yang telah didapat, maka saran yang didapat demi pengembangan penelitian ini adalah:

1. Penggunaan torsi motor yang lebih supaya lebih kuat dalam mengangkut barang dan berjalan ketika mengangkut barang.
2. Penggunaan torsi motor yang lebih besar menggunakan tipe yang ada *feedback* supaya lebih presisi ketika ingin menentukan sudut ketika roda berbelok kanan atau ke kiri.

DAFTAR PUSTAKA

Andrianto, heri, dan Aan darmawan. 2016. *Arduino, Belajar Cepat dan Pemrograman*. Bandung: Informatika Bandung.

Aris, Muhammad. 2010. *Aplikasi Pengendali Tangan Robot Berbasis Komputer Menggunakan PPI8255 melalui SLOT ISA*. Jakarta: Universitas Negeri Jakarta.

Azizah, Nurul Uswah. 2014. *Rancang Bangun Prototipe Deteksi Jarak dengan Sensor pada Mobil Pengangkut Barang Berbasis Arduino*. Jakarta: Universitas Islam Negeri.

Banzi, Massimo. 2009. *Getting Started With Arduino.* Gravenstein Highway North, Sebastopol: O'Reilly.

Budiono, AM Sugeng. 2003. *Bunga Rampai Hiperkes dan Keselamatan Kerja*. Semarang: Universitas Diponegoro.

Enterprise, Jubilee. 2010. *Panduan Memilih Koneksi Internet untuk Pemula.* Jakarta: Komputindo.

Houde, Stephanie & Hill Charles. 2004. *What Do Prototypes?*. USA: Apple Computer, Inc.

Ibrahim, Arifin Wahid. 2016. *Sistem Kontrol Torsi pada Motor DC*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.

Istiyanto, J. E. 2014. *Pengantar Elektronika dan Instrumentasi: Pendekatan Proyek Arduino dan Android*. Yogyakarta: ANDI.

Markkanen, Pia K. 2004. *Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Indonesia*. Philippines: International Labour Organization (ILO).

Mathis, dan Jackson. 2002. *Sumber Daya Manusia*. Jakarta: Salemba Empat

Mangkunegara, Dr. A.A. Anwar Prabu. 2005. *Evaluasi Kinerja SDM*. Bandung: Refika Aditama.

Muharam, Robby Wildan. 2015. *Simulasi Driver Motor DC H-Bridge Menggunakan Software Proteus*. Purwokerto: STTT Telkom.

Putra, N. 2011. *Reasearch and Development*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.

Ruthmahwati, Ariannah. 2015. Rancang Bangun Aplikasi Android Pengendali Robot Lengan Menggunakan Komunikasi Wifi Berbasis Arduino Uno Atmega328. Jakarta: Universitas Negeri Jakarta.

Sugiyono. 2015. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R & D*. Bandung: Alfabeta.

Suma'mur P. K. 1993. *Keselamatan Kerja dan Pencegahan Kecelakaan*. Jakarta: Haji Masagung.

Suryapranata, Odhi. 2015. *Prototipe Garasi Pintar Berbasis Arduino dengan Interfacing Android.* Jakarta: Universitas Negeri Jakarta.

Suwandono, Heri. 2016. *Analisa Kerusakan pada Forklift Elektrik Nichiyu FB20-75C dengan Metode FMEA*. Jakarta: Universitas Mercu Buana Press.

Syahwil, M. 2013. *Panduan Mudah Simulasi dan Praktik Mikrokontroler Arduino*. Yogyakarta: ANDI.

Tim Dosen. 2015. *Buku Panduan Penyusunan Skripsi dan Non Skripsi*. Jakarta: Universitas Negeri Jakarta.

William de Cooper. 2004. *Instrumentasi Elektronik dan Teknik Pengukuran*. Jakarta: Andi.

Winarno dan Deni Arifianto. 2011. *Bikin Robot Itu Gampang*. Jakarta: Kawan Pustaka.

SparkFun Electronics. 2012. Ultrasonic Sensor-SEN-11574. Diambil 12 Oktober 2016, dari https://www.sparkfun.com/products/11574

Hari Santoso. 2015. Cara Kerja Sensor Ultrasonik, Rangkaian, dan Aplikasinya. Diambil 16 Februari 2017, dari http://www.elangsakti.com

LAMPIRAN

Lampiran 1

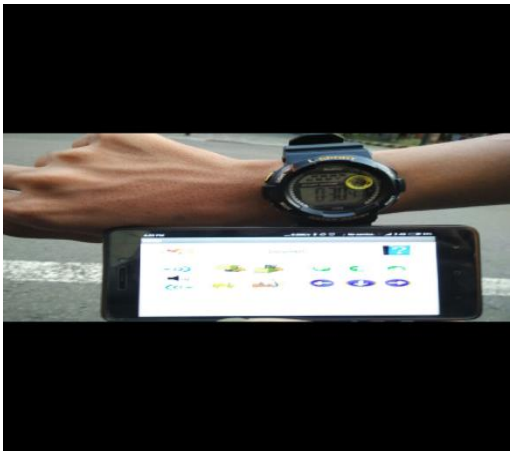
1. Dokumentasi Hasil Pengujian Tegangan motor DC

a. Pengujian Output Motor Dc Pada Roda

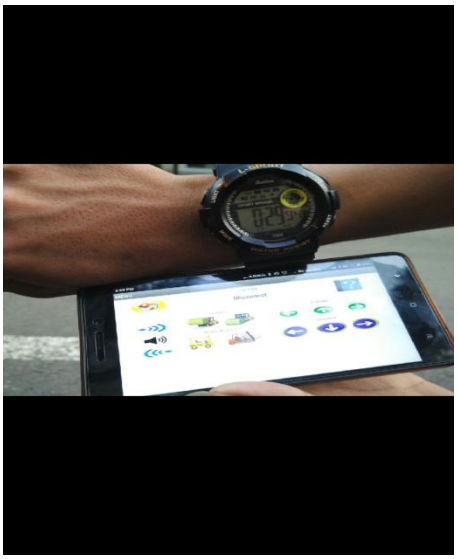
b. Penguajian Output Motor Dc Pada Fork

2. Dokumentasi Hasil Pengujian Kecepatan Pada Roda

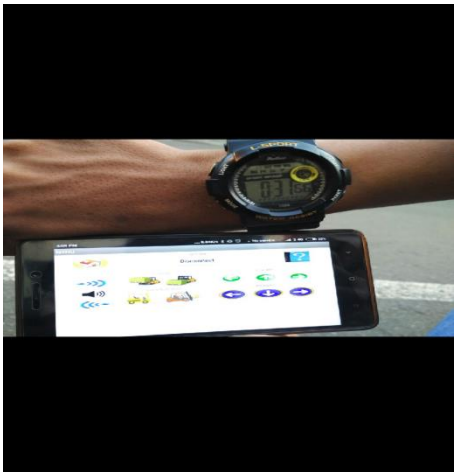
a. Hasil Percobaan 1 (dalam 5 meter 30,41 detik)



b. Hasil Percobaan 2 (dalam 5 meter 29,,41 detik)

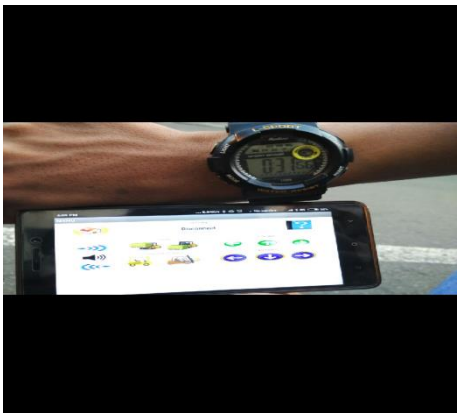


c. **Hasil Percobaan 3 (dalam 5 meter 30,66 detik)**



d. **Hasil Percobaan 4 (dalam 5 meter 30,62 detik)**

a. **Hasil Percobaan 5 (dalam 5 meter 31,66 detik)**



3. Dokumentasi Kekuatan Motor DC Pada Fork

a. Hasil Percobaan 1 (berat beban = 115 gram)

b. Hasil Percobaan 2 (berat beban = 365 gram)

c. **Hasil Percobaan 3 (berat beban = 500 gram)**

d. **Hasil Percobaan 4 (berat beban = 615 gram)**

e. **Hasil Percobaan 5 (berat beban = 750 gram)**

Lampiran 2

Source Code program arduino IDE

```
#include <Servo.h>
#include <Ultrasonic.h>
Servo myservo1;
Servo myservo2;
Ultrasonic dep1(2,3);
Ultrasonic dep2(8,9);
Ultrasonic bel(A3,A4);
char state;
unsigned long jbahd =50;
unsigned long jbahb =30;
 unsigned long cm1,cm2,cm3;
unsigned long microsec,microsec1,microsec2;
#include "mekanik.h"
#include "klip.h"
#include "stope.h"

void setup() {
    myservo1.attach(6);
    myservo2.attach(5);
  pinMode(10, OUTPUT);
  pinMode(11, OUTPUT);
  pinMode(12, OUTPUT);
```

```
    pinMode(13, OUTPUT);
    pinMode(4,OUTPUT);
    pinMode(A5,OUTPUT);
    pinMode(A2,OUTPUT);
    // inisialisasi komunikasi serial
    Serial.begin(9600);

digitalWrite(4,1);
}
//--------------------------------------------------------------------------------//
void maju (){
    if (state == 'A') {
        digitalWrite(12, 0);
        digitalWrite(13, 1);
    }
    if (state == 'B') {
            digitalWrite(12, 0);
            digitalWrite(13, 0);
            }
}

void mundur (){
    if (state == 'C') {
        digitalWrite(12, 1);
```

```
        digitalWrite(13, 0);
         digitalWrite(A5, 1);
    }

    if (state == 'D') {
            digitalWrite(12, 0);
            digitalWrite(13, 0);
            digitalWrite(A5, 0);
            }
}

void majukanan (){
    if (state == 'K') {
        myservo1.write(120);
        digitalWrite(12, 0);
        digitalWrite(13, 1);

    }

    if (state == 'L') {
        myservo1.write(90);
        digitalWrite(12, 0);
        digitalWrite(13, 0);
```

```
            }
}
void majukiri (){
   if (state == 'I') {
       myservo1.write(60);
       digitalWrite(12, 0);
       digitalWrite(13, 1);


   }


  if (state == 'J') {
       myservo1.write(90);
       digitalWrite(12, 0);
       digitalWrite(13, 0);
            }
}
void mundurkanan (){
   if (state == 'M') {
       myservo1.write(120);
       digitalWrite(12, 1);
       digitalWrite(13, 0);
       digitalWrite(A5, 1);
   }
```

```
  if (state == 'N') {
       myservo1.write(90);
       digitalWrite(12, 0);
       digitalWrite(13, 0);
       digitalWrite(A5, 0);
           }
}
void mundurkiri (){
   if (state == 'O') {
       myservo1.write(60);
       digitalWrite(12, 1);
       digitalWrite(13, 0);
       digitalWrite(A5, 1);
    }

  if (state == 'P') {
       myservo1.write(90);
       digitalWrite(12, 0);
       digitalWrite(13, 0);
       digitalWrite(A5, 0);
           }
}

void naik (){
```

```
    if (state == 'E') {
        digitalWrite(10, 0);
        digitalWrite(11, 1);
    }

    else if (state == 'F') {
            digitalWrite(10, 0);
            digitalWrite(11, 0);
            }
}
void turun (){
    if (state == 'G') {
        digitalWrite(10, 1);
        digitalWrite(11, 0);
    }

    else if (state == 'H') {
            digitalWrite(10, 0);
            digitalWrite(11, 0);
            }
}

void lurus (){
    if (state == 'Q') {
```

```
        myservo2.write(90);
    }

 /*   else if (state == 'R') {
        myservo1.write(90);
            } */
}
void miring (){
    if (state == 'S') {
        myservo2.write(170);
    }
 /*   else if (state == 'T') {
        myservo1.write(90);
            } */
}

void jarak (){
if (state == 'W') {
      jbahd=50;
      jbahb=30;
     }

if (state == 'Y') {
     jbahd=3;
```

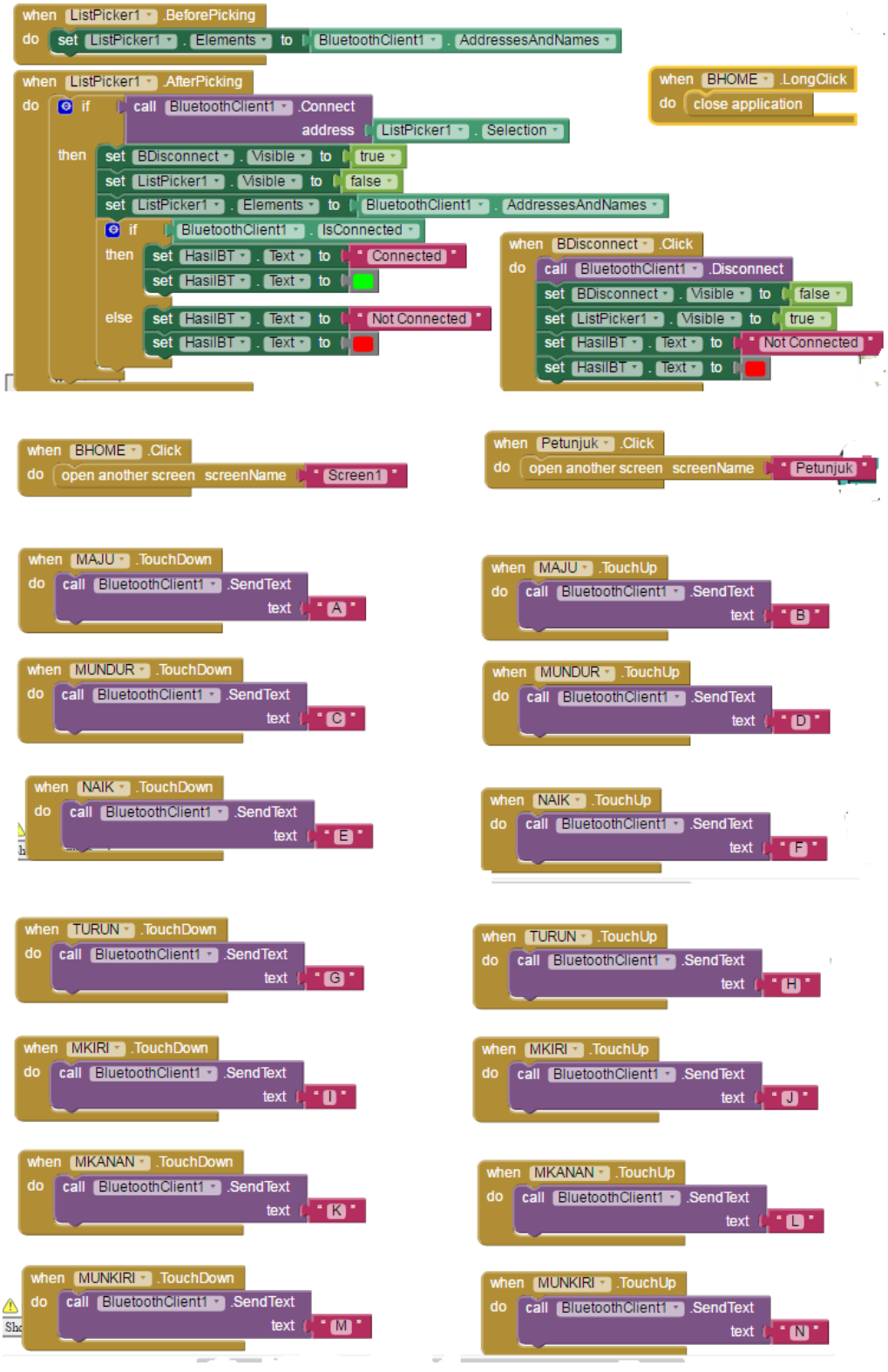
```
    jbahb=10;
    }

}
void klak (){

if (state == 'U') {
     digitalWrite(A2,1);
    }
    else if(state == 'V') {
     digitalWrite(A2,0);
    }

}

void loop(){
  if(Serial.available() > 0)state = Serial.read();
  microsec = dep1.timing(); cm1 = dep1.convert(microsec, Ultrasonic::CM);
  microsec1 = dep2.timing(); cm2 = dep2.convert(microsec1,
Ultrasonic::CM);
  microsec2 = bel.timing(); cm3 = bel.convert(microsec2, Ultrasonic::CM);

if (cm1<jbahd||cm2<jbahd){
digitalWrite(13, 0);
```

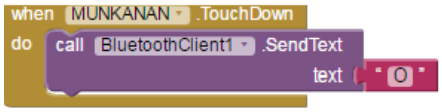
```
mundur();
mundurkanan();
mundurkiri();
digitalWrite(A5,1);
goto selesai;
  }
else if (cm3>2&&cm3<jbahb){
   digitalWrite(12, 0);
maju();
majukanan();
majukiri();
digitalWrite(A5,1);
goto selesai;
  }else{
digitalWrite(A5,0);
digitalWrite(A2,0);
  }

maju();
mundur();

majukanan();
majukiri();
mundurkanan();
```

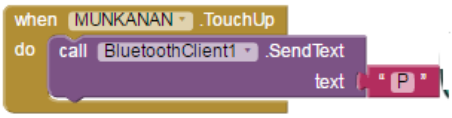
```
mundurkiri();

selesai:

naik();
turun();
lurus();
miring();

jarak();
klak();
}
```

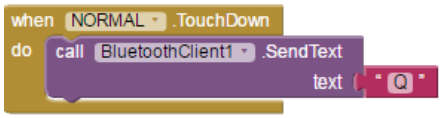
Lampiran 3

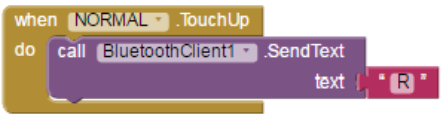
Program App Inventor

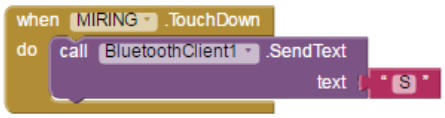


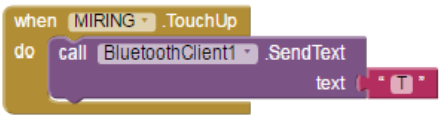

when MUNKANAN .TouchDown
do call BluetoothClient1 .SendText
text " O "

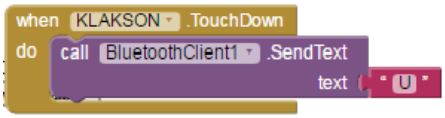

when MUNKANAN .TouchUp
do call BluetoothClient1 .SendText
text " P "

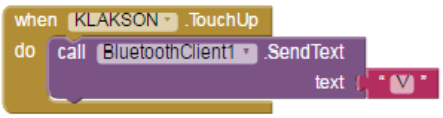

when NORMAL .TouchDown
do call BluetoothClient1 .SendText
text " Q "

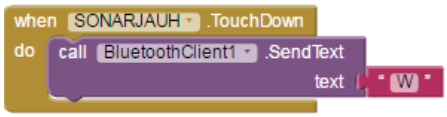

when NORMAL .TouchUp
do call BluetoothClient1 .SendText
text " R "

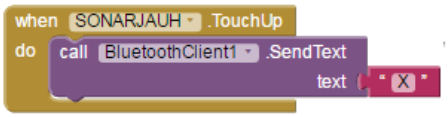

when MIRING .TouchDown
do call BluetoothClient1 .SendText
text " S "

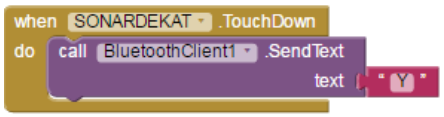

when MIRING .TouchUp
do call BluetoothClient1 .SendText
text " T "

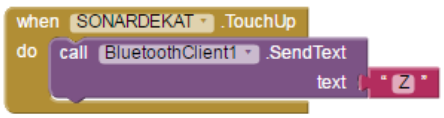

when KLAKSON .TouchDown
do call BluetoothClient1 .SendText
text " U "


when KLAKSON .TouchUp
do call BluetoothClient1 .SendText
text " V "


when SONARJAUH .TouchDown
do call BluetoothClient1 .SendText
text " W "


when SONARJAUH .TouchUp
do call BluetoothClient1 .SendText
text " X "


when SONARDEKAT .TouchDown
do call BluetoothClient1 .SendText
text " Y "


when SONARDEKAT .TouchUp
do call BluetoothClient1 .SendText
text " Z "

Lampiran 4

RIWAYAT HIDUP

Bagus Setiadi, Lahir di Tangerang, Jawa Barat pada tanggal 29 September 1994. Lahir dari Keluarga kecil yaitu pasangan dari Ayah yang bernama Bapak Sofyan dan Ibu bernama Ibu Enti Sumiyanti. Penulis merupakan anak kedua dari pasangan tersebut. Penulis menyelesaikan Pendidikan Sekolah Dasar di SD Negeri 7 kota Tangerang pada tahun 2000 dan lulus pada tahun 2006. Kemudian penulis melanjutkan Pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 4 kota Tangerang pada tahun 2006 dan lulus pada tahun 2009. Penulis melanjutkan Pendidikannya Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 10 Tangerang pada tahun 2009 dan lulus pada tahun 2012. Setelah Tamat SMA penulis melanjutkan pendidikan ke Universitas Negeri Jakarta di terima setelah melaksanakan Ujian PENMABA pada tahun 2012 untuk Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta.