



**PROTOTIPE ROBOT PENGANGKUT BARANG BERBASIS *LINE*
FOLLOWER MENGGUNAKAN ARDUINO UNO DAN *LOAD CELL***

LAPORAN TUGAS AKHIR

Oleh

Ahmad Sadid Jauhari

NIM 141903102049

PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK ELEKTRONIKA

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2017



PROTOTIPE ROBOT PENGANGKUT BARANG BERBASIS *LINE FOLLOWER* MENGGUNAKAN ARDUINO UNO DAN *LOAD CELL*

PROPOSAL PROYEK AKHIR

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi D3 Teknik Elektronika
Dan mencapai gelar Ahli Madya

Oleh
Ahmad Sadid Jauhari
NIM 141903102049

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK ELEKTRONIKA
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2017**

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, puji syukur kepada Allah SWT. Diri ini tiada daya tanpa kekuatan dari-Mu. Shalawat dan salamku kepada suri tauladanku Nabi Muhammad SAW. Ku harap syafa'atmu di penghujung hari nanti. Dengan segala ketulusan hati kupersembahkan laporan proyek akhir ini kepada orang-orang yang mempunyai ketulusan jiwa yang senantiasa membimbingku dan menjadi sahabat selama aku dilahirkan ke dunia ini.

Yang Pertama

Ayah dan Ibunda tersayang. Engkaulah Pelita hatiku yang telah mengasihiku dan menyayangiku dari lahir sampai mengerti luasnya ilmu di dunia ini dan sesuci do'a malam hari. Terima kasih atas semua yang telah engkau berikan kepadaku.

Yang Kedua

Adikku tercinta yang dalam diam selalu memotivasi hidupku, membakar semangatku, memberikan dukungan serta cinta kasihnya kepadaku.

Yang Ketiga

Semua dosen-dosenku yang telah memberikan bimbingan dan ilmu yang tidak bisa kuhitung berapa banyaknya manfaat, barakah dan do'anya.

Yang Keempat

Semua sahabatku khususnya KETEK UJ 14 seperjuangan di bumi Universitas Jember, kuatkan tekadmu tuk hadapi rintangan, karena sesungguhnya Allah bersama kita.

Yang Terakhir

Perjalanan dan proses hidupku yang telah memberikan begitu banyak pelajaran, pengalaman, serta kesadaran akan nikmatnya hidup yang diberikan oleh Allah SWT. Semoga rasa syukur akan selalu ada dalam hati ini.

MOTO

*Yakinlah bahwa setelah usaha yang kita lakukan sulit pada awalnya namun Allah SWT menjanjikan bahwa sesudah kesulitan pasti ada kemudahan. Mari kita berusaha / bekerja sungguh-sungguh tanpa putus dengan keyakinan bahwa Allah SWT selalu memberi kemudahan.
(terjemahan Surat Al-Insyirah ayat 5-8)*

*Ketika sudah melakukan apa yang seharusnya dilakukan dalam menenangkan hati. Tapi masih ada rasa guncangan yang mengganggu, cobalah lebih belajar untuk Bersyukur dan Istiqomah. Insyaallah hati akan lebih kuat dan Lebih tenang daripada sebelumnya.
(Ahmad Sadid Jauhari)*

*Don't let the bad imagination ruined your life again.
(a reflection of the past)*

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ahmad Sadid Jauhari

NIM : 141903102049

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan akhir yang berjudul “Prototipe Robot Pengangkut Baraang Berbasis *Line Follower* Menggunakan Arduino Uno dan *Load Cell*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 20 Juli 2017

Yang menyatakan,

Ahmad Sadid Jauhari
141903102049



TUGAS AKHIR

PROTOTIPE ROBOT PENGANGKUT BARANG BERBASIS *LINE* *FOLLOWER* MENGGUNAKAN ARDUINO UNO DAN *LOAD CELL*

Oleh

Ahmad Sadid Jauhari
NIM 141903102049

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Triwahju Hardianto, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Khoirul Anam. S.T., M.T., Ph.D.

PENGESAHAN

Tugas akhir berjudul “Prototipe Robot Pengangkut Baraang Berbasis *Line Follower* Menggunakan Arduino Uno dan *Load Cell*” karya Ahmad Sadid Jauhari telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal : Senin, 24 Juli 2017

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji,

Pembimbing Utama

Pembimbing Anggota

Dr. Triwahju Hardianto, S.T., M.T.
NIP 197008261997021001

Khairul Anam, S.T., M.T., Ph.D
NIP 197804052005011002

Penguji Utama

Penguji Anggota

Sumardi, ST., MT
NIP 196701131998021001

Mohamad Agung P.N, S.T., M.T.
NIP 198712172012121003

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknik

Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM.

NIP 19661215 199503 2 001

RINGKASAN

Prototipe Robot Pengangkut Barang Berbasis *Line Follower* Menggunakan Arduino Uno dan *Load Cell*; Ahmad Sadid Jauhari, 141903102049; 68 halaman; Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Jember.

Banyak Industri yang masih menggunakan tenaga manusia secara fisik (*manual handling*) yang mana otot merupakan modal utama tenaga kerja dalam melaksanakan pekerjaannya. Sehingga kontraksi otot yang berlangsung lama menyebabkan kelelahan otot yang merupakan penyebab terjadinya kelelahan kerja. Kondisi kerja yang perlu diperhatikan pada Treblasala *Cocoa Factory* yang merupakan pabrik pengolahan biji kakao di Banyuwangi adalah aktivitas mengangkut karung berisi biji kakao yang telah disortir ke dalam 3 gudang berdasarkan mutu biji secara manual dan dilakukan selama 8 jam sehari. Sehingga perlu adanya inovasi untuk meningkatkan efisiensi kerja supaya dapat bekerja secara nyaman, aman, dan tingkat kelelahan dapat dikendalikan.

Proyek akhir ini merupakan prototipe robot pengangkut beban berbasis *line follower* yang menggunakan sensor *photodiode* dan LED (*Light Emitting Diode*) dalam pembacaan garis. Dan terdapat sebuah sensor berat yakni *load cell* sebagai timbangan dalam menentukan berat benda yang nantinya akan diangkut robot menuju titik yang sudah ditentukan. Beban yang digunakan dalam proyek akhir ini diantaranya 250 gram, 500 gram, dan 750 gram.

Dalam sistem kerjanya robot akan mengangkut beban ke titik A jika diberi beban 250 gram, sedangkan ketika diberi beban 500 gram robot akan mengangkut beban ke titik B, dan jika diberi beban 750 gram robot akan mengangkut beban ke titik C. Dalam pengujiannya, waktu tempuh *finish* ke *start* lebih besar dibandingkan daripada *start* ke *finish*. Hal ini dikarenakan pada proses pengambilan data dari *finish* ke *start* terdapat tiga aksi yang dilakukan robot diantaranya putar balik robot di titik *finish*, perjalanan robot menuju titik *start*, dan putar balik robot di titik *start*. Sedangkan proses pengambilan data dari *start* ke *finish* hanya terdapat satu kali aksi yakni saat robot mulai berjalan setelah diberi beban sampai robot berhenti di titik *finish* (titik A, B, dan C).

SUMMARY

Protoype Of Transporting Goods Robot Based Line Follower Using Arduino Uno and Loadcell; Ahmad Sadid Jauhari, 141903102049; 2017: 68 pages; Department of Electrical Engineering Faculty of Engineering, University of Jember.

Many industrial still use human resources physically (manual handling) which of muscle was main capital labor in carrying out his job. So that the muscular contraction that last long to cause the exhaustion of a muscle that is the cause of fatigue work. Working conditions that need attention on Treblasala Cocoa Factory that is processing factories cocoa beans in Banyuwangi is activity transporting sack of cocoa beans are have sorted into three warehouse based on the quality of seeds manually and was conducted for eight hours a day. So it needed innovations to improve the efficiency work in order to work in an inconvenient manner , safe , and the rate of fatigue can be controlled.

This finished project is protoype of transporting goods robot based line follower used of sensors photodiode and LED (Light Emitting Diode) in the reading of the lines. And there are a sensor heavy the load cell as the balance to determine the weight of objects which will be transported robot toward a point that had been determined. Burden used in this finished project are 250 grams, 500 grams, and 750 grams.

In the works system the robot will travel a load to the point A that if were laden 250 grams, while when were laden 500 grams the robot will travel with a load of to point B, and if were laden 750 grams the robot will travel with a load of to point C. In the testing, travel time for finish to start is greater than start to finish. This because in the taking process data from finish to start there are three a stunt performed robot of them turn back a robot in point finish, travel robot toward a start point, and turn back a robot in start point. While taking process data from start to finish there is only one time when the action of the robot began after were laden until robot stop in a finish point (Point A, B, and C).

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "Prototipe Robot Pengangkut Baraang Berbasis *Line Follower* Menggunakan Arduino Uno dan *Load Cell*". Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Diploma III (D3) pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Terselesaikannya proyek akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada:

1. Ayahku Suparmin dan Ibuku Naning Prawitningsih. Terimakasih atas doa yang selama ini dipanjatkan kepada Allah SWT. Terimakasih atas pengertian, kesabaran, pengorbanan, selama penulis berproses di sini.
2. Adikku Ahmad Mawahibur Rowafiq yang telah memberi semangat, yang memotivasi penulis akan berartinya pelajaran dari sebuah kegagalan.
3. Dr. Triwahju Hardianto, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama, Khairul Anam, S.T., M.T., Ph.D selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan bantuan dalam penulisan tugas akhir;
4. Bapak Sumardi, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji I, Bapak Mohamad Agung P.N, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan kritik dan saran yang sangat bermanfaat dalam penyempurnaan tugas akhir ini;
5. Dedy Kurnia Setyawan, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
6. Ike Febriani, S.T., M.T. selaku Komisi Bimbingan D3 yang telah membantu tugas akhir secara administratif;
7. Orang-orang (sepantaran) yang berjasa dalam hidup, yang secara tidak langsung telah memberikan begitu banyak pelajaran dalam proses perjalanan hidup selama berada di sini. Terima kasih;
8. Sahabat-sahabat "Patrang Squad" Agus, Devri, Ipung, Rimba, dan Agung yang telah membantu segala kesulitan, menghibur dan memberikan tawanya selama berjuang bersama di bangku kuliah.

9. Sahabat-sahabat seperjuangan Teknik Elektro 2014 yang telah memberikan motivasi dan semangat dalam perjuangan di bangku kuliah;
10. semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan tugas akhir ini. Akhirnya penulis berharap, semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat.

Jember, 24 Juli 2017

Penulis



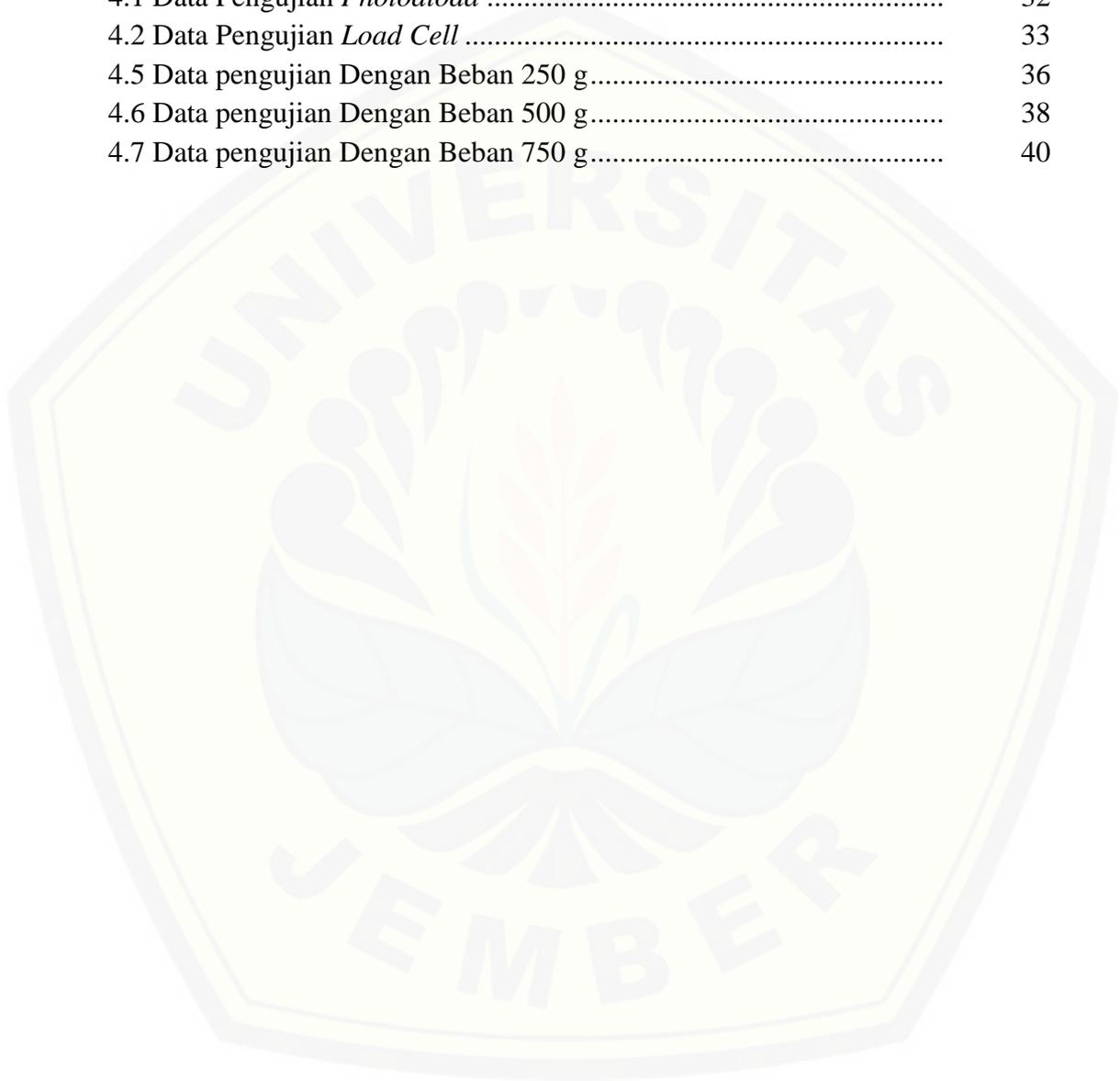
DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	ix
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Sensor	4
2.2 Arduino Uno	6
2.3 Modul HX711	9
2.4 Motor DC	9
2.5 MOSFET	9
2.6 LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>)	10
BAB 3. METODE PENELITIAN	12
3.1 Waktu dan Tempat Kegiatan	12
3.2 Ruang Lingkup Kegiatan	12
3.3 Jenis dan Sumber Data	12
3.4 Metode Pengumpulan Data	13
3.5 Perancangan Alat	14
3.5.1 Perancangan Desain Alat.....	14

3.5.2 Perancangan Hasil Alat	15
3.5.3 Perancangan Perangkat Keras	17
3.5.4 Perancangan Perangkat Lunak	22
3.6 Kalibrasi Sensor	27
3.6.1 Kalibrasi <i>Photodiode</i>	27
3.6.2 Kalibrasi <i>Load Cell</i>	29
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Pengujian Komponen Sistem	31
4.1.1 Pengujian <i>Photodiode</i>	31
4.1.2 Pengujian <i>Load Cell</i>	32
4.2 Pengujian Alat Secara Keseluruhan	35
4.2.1 Pengujian Robot Ketika Diberi Beban 250 gram ...	36
4.2.2 Pengujian Robot Ketika Diberi Beban 500 gram ...	37
4.2.3 Pengujian Robot Ketika Diberi Beban 750 gram ...	39
BAB 5. PENUTUP	42
5.1 Kesimpulan	42
5.2 Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN	45

DAFTAR TABEL

	Halaman
3.1 Data Kalibrasi <i>Photodiode</i>	28
3.2 Data Kalibrasi Load Cell.....	30
4.1 Data Pengujian <i>Photodiode</i>	32
4.2 Data Pengujian <i>Load Cell</i>	33
4.5 Data pengujian Dengan Beban 250 g.....	36
4.6 Data pengujian Dengan Beban 500 g.....	38
4.7 Data pengujian Dengan Beban 750 g.....	40



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Rangkaian <i>Photodiode</i>	4
2.2 Sensor <i>Load Cell</i> L6B	6
2.3 Arduino Uno	7
2.4 Modul HX711	8
2.5 Motor DC	9
2.6 MOSFET Tipe IRF540	10
2.7 LCD 16x2.....	11
3.1 Desain Alat Tampak Samping	14
3.2 Desain Alat Tampak Atas	15
3.3 Perancangan Hasil Alat Tampak Samping.....	16
3.4 Perancangan Hasil Alat Tampak Atas.....	17
3.5 Blok Diagram	18
3.6 Rangkaian Sensor Cahaya.....	19
3.7 Rangkaian LCD.....	20
3.8 <i>Datasheet Load Cell</i> L6B	20
3.9 Rangkaian <i>Load cell</i>	21
3.10 Rangkaian <i>Driver Motor</i>	22
3.11 <i>Mapping</i> lintasan.....	23
3.12 Grafik Kalibrasi <i>Photodiode</i>	29
3.13 Proses Kalibrasi <i>Load Cell</i>	30
4.1 Grafik Pengujian <i>Load Cell</i>	35
4.2 Grafik Hasil Pengujian Dengan Beban 250 gram	37
4.3 Grafik Hasil Pengujian Dengan Beban 500 gram	39
4.4 Grafik Hasil Pengujian Dengan Beban 750 gram	41

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A. Program Pada Arduino UNO	45
Lampiran B. Dokumentasi Pengerjaan Alat	52



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam kegiatan industri ternyata belum semua Industri memakai peralatan-peralatan yang canggih atau mesin-mesin yang dapat mengurangi beban kerja para tenaga kerja, banyak Industri yang masih menggunakan tenaga manusia secara fisik (*manual handling*). Dalam hal ini kerja otot atau kerja fisik merupakan modal utama tenaga kerja dalam melaksanakan pekerjaannya. Otot merupakan salah satu organ terpenting yang menjadi sebab gerakan tubuh, otot bekerja dengan jalan kontraksi dan melemas. Kontraksi kuat dari otot yang berlangsung lama menyebabkan keadaan yang dikenal dengan kelelahan otot yang merupakan penyebab terjadinya kelelahan kerja (Pusat Kesehatan Kerja, 2005).

Menurut data Departemen Tenaga Kerja Amerika Serikat (*Accident Facts*, 1990), cedera tulang belakang adalah salah satu yang paling umum terjadi (22% dari semua kecelakaan kerja yang terjadi) dan paling banyak membutuhkan biaya untuk pengobatannya. Salah satu penyebab dari cedera ini adalah *overload* yang dipikul oleh tulang belakang (> 60%) dan 60% dari *overload* ini disebabkan oleh pekerjaan mengangkat barang, 20% pekerjaan mendorong atau menarik barang dan 20% akibat membawa barang. Pekerja yang mengangkat beban berat akan mengalami kemungkinan cedera punggung 8 kali lipat dari pekerja yang hanya mengangkat barang secara tidak terus menerus.

Treblasala *Cocoa Factory* merupakan pabrik pengolahan biji kakao sistem kering yang bertempat di perkebunan Treblasala kecamatan Glenmore kabupaten Banyuwangi Jawa Timur. Salah satu kondisi kerja yang perlu diperhatikan adalah aktivitas mengangkut karung berisi biji kakao yang telah disortir ke dalam gudang berdasarkan mutu biji. Biji yang telah disortir tersebut terdapat 3 macam *grade* dimana mutu terbaik adalah *grade 1* dengan berat 63,3 kg, *grade 2* dengan berat 60 kg, dan *grade 3* dengan berat 58 kg. Sehingga mengharuskan pekerja mengangkut karung biji tersebut ke gudang *grade 1*, gudang *grade 2*, dan gudang *grade 3* dengan tenaga mereka. Kegiatan ini merupakan pekerjaan *manual handling* beresiko terhadap terjadinya kelelahan kerja pada pekerja di unit

tersebut. Pekerjaan di unit ini dilakukan oleh pekerja selama 8 jam, dengan 1 jam istirahat. Apabila masalah tersebut tidak dapat terkontrol dan dikendalikan dengan baik maka akan terjadi berbagai kemungkinan gangguan salah satunya adalah gangguan kenyamanan kerja yang mengakibatkan kelelahan kerja serta menyebabkan terjadinya resiko cedera tulang belakang.

Berdasarkan permasalahan diatas maka penulis akan membuat sebuah prototipe robot yang dapat mengangkat barang berdasarkan berat yang telah ditentukan. Robot ini merupakan robot berbasis *line follower* yang dilengkapi dengan *load cell* sebagai sensor berat untuk menentukan robot dalam mengangkat barang ke dalam 3 gudang yang telah ditentukan berdasarkan parameter berat beban yang dibawa. Diharapkan dengan adanya prototipe robot ini, akan membantu para pekerja pabrik Treblasala *Cocoa Factory* supaya dapat bekerja secara nyaman, aman, dan tingkat kelelahan dapat dikendalikan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana cara membuat prototipe robot *line follower* pengangkut barang berbasis arduino uno dengan sensor *loadcell* ?
2. Bagaimana cara membuat prototipe robot *line follower* pengangkut barang berdasarkan parameter berat benda yang dibawa ?

1.3 Batasan Masalah

Untuk memperjelas, menyederhanakan dan menghindari meluasnya masalah maka diberi batasan masalah sebagai berikut :

1. Sistem kontrol yang digunakan berbasis Arduino Uno, sensor *photodiode*, dan sensor *loadcell*.
2. Beban sensor *loadcell* yang digunakan dalam perancangan ini adalah 250 g, 500 g, dan 750 g.
3. Motor yang digunakan sebagai penggerak robot adalah motor DC 12 volt.

4. Robot hanya melakukan pengangkutan beban tanpa ada proses pengangkatan dan peletakan beban

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dibuatnya alat ini adalah sebagai berikut:

1. Membuat prototipe robot *line follower* pengangkut barang berbasis arduino uno dengan sensor *loadcell*.
2. Membuat prototipe robot *line follower* pengangkut barang berdasarkan parameter berat benda yang dibawa.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dengan adanya robot pengangkut barang berbasis *line follower* dengan arduino dan *load cell* ini untuk meningkatkan efisiensi kerja supaya dapat bekerja secara nyaman, aman, dan tingkat kelelahan dapat dikendalikan

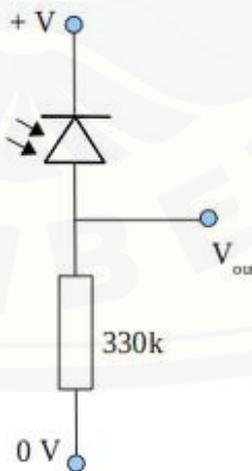
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini dijelaskan materi tentang komponen yang digunakan beserta cara umum dari alat ini sendiri. Serta dijelaskan tentang pengumpulan pendapat atau teori yang telah ada yang berkaitan dengan masalah yang dibahas dan dapat dijelaskan dibawah ini antara lain:

2.1 Sensor

a. *Photodioda*

Photodioda merupakan sebuah dioda dengan sambungan pn yang dipengaruhi cahaya didalam kerjanya. *Photodioda* digunakan sebagai penangkap gelombang cahaya yang dipancarkan oleh *infrared*. Besarnya tegangan atau arus listrik yang dihasilkan oleh *photodiode* tergantung besar kecilnya radiasi yang dipancarkan oleh *infrared*. Sebuah *photodioda* dapat dijabarkan sebagai sumber arus terkendali cahaya, atau sebagai konverter cahaya ke arus, apabila diinginkan. Jika cahaya jatuh mengenai permukaan peka cahaya pada *photodioda* akan timbul sedikit arus dari katoda ke anoda yang besarnya sebanding dengan kuat cahaya yang melaluinya.



Gambar 2.1 Rangkaian *Photodioda*

(Lubis, 2015)

Anoda pada sebuah dioda yang tidak terhubung akan semakin positif dari katoda sampai tegangan pada kedua terminal tersebut menyebabkan dioda ke katoda, dalam keadaan seimbang. Kedua arus ini saling meniadakan dan akan muncul tegangan pada dioda. Bila tegangan bias mundur pada *photodioda* itu dihilangkan, pembawa muatan minoritas akan mengalir kembali jika hubungan disinari. Ini mengakibatkan kenaikan jumlah *hole* pada bagian P dan jumlah elektron pada bagian N. Tetapi tegangan *barier* adalah negatif pada bagian P dan positif pada bagian N. sehingga pembawa minoritas akan mengalir untuk mengurangi tegangan *barier* itu. Bila ada tegangan luar dipasangkan pada terminal dioda maka pembawa minoritas akan kembali ke bagian semula melalui rangkaian luar. Elektron-elektron melewati hubungan dari P ke N sekarang mengalir keluar melalui terminal N menuju ke terminal P.

b. *Load Cell*

Load Cell merupakan sensor berat, apabila *Load cell* diberi beban pada inti besinya maka nilai resistansi di *strain gauge* akan berubah. Umumnya *Load cell* terdiri dari 4 buah kabel, dimana dua kabel sebagai eksitasi dan dua kabel lainnya sebagai sinyal keluaran.

Load Cell adalah alat elektromekanik yang biasa disebut *Transducer*, yaitu gaya yang bekerja berdasarkan prinsip deformasi sebuah material akibat adanya tegangan mekanis yang bekerja, kemudian merubah gaya mekanik menjadi sinyal listrik. Untuk menentukan tegangan mekanis didasarkan pada hasil penemuan *Robert Hooke*, bahwa hubungan antara tegangan mekanis dan deformasi yang diakibatkan disebut regangan. Regangan ini terjadi pada lapisan kulit dari material sehingga memungkinkan untuk diukur menggunakan sensor regangan atau *Strain Gauge*.



Gambar 2.2 Sensor *Load Cell* L6B

(Akbar, 2015)

Load Cell memiliki bermacam-macam karakteristik yang bisa diukur, tergantung pada jenis logam yang dipakai, bentuk *load cell*, dan ketahanan dari lingkungan sekitar. Adapun tipe *load cell* yang dipakai adalah L6B yang memiliki karakteristik sebagai berikut :

- 1) Beban maksimum: 5000 gram (5 Kg)
- 2) Bekerja pada tegangan rendah 5 – 10 VDC / 5 - 10VAC
- 3) Input / output resistance rendah $350 \pm 50 \Omega$
- 4) Impedansi masukan (*input impedance*) : $1066 \Omega \pm 20\%$
- 5) Impedansi keluaran (*output impedance*) : $1000 \Omega \pm 10\%$
- 6) Nonlinieritas 0.05%
- 7) Material: *Aluminium Alloy*
- 8) Ukuran: 60 x 12,8 x 12,8 mm, berat: 23 gram.

2.2 Arduino UNO

Arduino Uno adalah board berbasis mikrokontroler pada ATmega328 yang memiliki 14 pin digital *input / output* (dimana 6 pin dapat digunakan sebagai *output* PWM), 6 *input* analog, 16 MHz osilator kristal, sebuah koneksi USB, sebuah konektor sumber tegangan, sebuah header ICSP, dan sebuah tombol reset. Arduino Uno memuat segala hal yang dibutuhkan untuk mendukung sebuah mikrokontroler. Hanya dengan menghubungkannya ke sebuah komputer melalui

USB atau memberikan tegangan DC dari baterai atau adaptor AC ke DC sudah dapat menggunakannya.

Kelebihan menggunakan arduino adalah tidak perlu perangkat *chip programmer* karena didalamnya sudah ada *bootloader* yang akan menangani *upload* program dari komputer. Sudah memiliki sarana komunikasi USB, Sehingga pengguna laptop yang tidak memiliki *port* serial/RS323 bisa menggunakannya. Memiliki modul siap pakai (*Shield*) yang bisa ditancapkan pada *board* arduino. Contohnya *shield* GPS, *Ethernet*, dll.



Gambar 2.3 Arduino UNO

(www.seeedstudio.com)

Arduino Uno menggunakan ATmega16u2 yang diprogram sebagai *USB to serial converter* untuk komunikasi serial ke komputer melalui port USB. Adapun data teknis *board* Arduino Uno adalah sebagai berikut :

- a. Mikrokontroller : Atmega328
- b. Tegangan Operasi : 5 V
- c. Tegangan *input* (*recommended*) : 7 – 12 V
- d. Tegangan *input* (*limit*) : 6 – 20 V
- e. Pin *input/output* : 14 (6 diantaranya pin PWM)
- f. Arus DC per pin I/O : 40 mA
- g. Arus DC untuk pin 3,3V : 50 mA
- h. *Flash* Memori : 32 KB dengan 0,5 KB untuk *bootloader*.
- i. SRAM : 2 KB

- j. EEPROM : 1 KB
- k. Kecepatan pewaktuan : 16 Mhz

2.3 Modul HX711

Modul HX711 adalah modul yang memudahkan dalam pembacaan *load cell* saat pengukuran berat. Modul ini berfungsi untuk menguatkan sinyal keluaran dari sensor dan mengonversi data analog menjadi data digital. Dengan menghubungkannya ke mikrokontroler atau arduino, akan dapat membaca perubahan resistansi dari *load cell*.

HX711 adalah modul timbangan, yang memiliki prinsip kerja mengkonversi perubahan yang terukur dalam perubahan resistansi dan mengkonversinya ke dalam besaran tegangan melalui rangkaian yang ada. Modul melakukan komunikasi dengan komputer/mikrokontroler melalui TTL232. Setelah proses kalibrasi kita akan memperoleh pengukuran berat dengan keakuratan yang tinggi.



Gambar 2.4 Modul HX711

(Hirias, 2015)

Untuk memudahkan pembacaan data dari HX711, telah disediakan pula *library* yang dapat digunakan. Adapun kelebihan lainnya dari modul HX711 ini adalah struktur sederhana, mudah dalam penggunaan, hasil yang stabil dan *reliable*, memiliki sensitifitas tinggi, dan mampu mengukur perubahan dengan cepat.

2.4 Motor DC

Motor DC merupakan jenis motor yang menggunakan tegangan searah sebagai sumber tenaganya. Dengan memberikan beda tegangan pada kedua terminal tersebut, motor akan berputar pada satu arah, dan bila polaritas dari tegangan tersebut dibalik maka arah putaran motor akan terbalik pula. Polaritas dari tegangan yang diberikan pada dua terminal menentukan arah putaran motor sedangkan besar dari beda tegangan pada kedua terminal menentukan kecepatan motor.

Konstruksi motor DC memiliki dua bagian dasar yaitu bagian yang pertama adalah bagian yang tetap / stasioner yang disebut stator. Stator ini menghasilkan medan magnet, baik yang dibangkitkan dari sebuah koil (elektro magnet) ataupun magnet permanen. Sedangkan untuk bagian yang berputar disebut rotor. Rotor ini berupa sebuah koil dimana arus listrik mengalir.



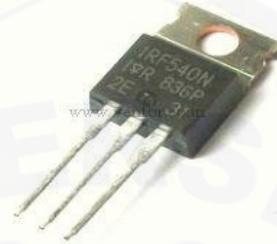
Gambar 2.5 Motor DC

(www.produkinovatif.wordpress.com)

2.5 MOSFET (*Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor*)

MOSFET (*Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor*) adalah suatu transistor dari bahan semikonduktor (silikon) dengan tingkat konsentrasi ketidakmurnian tertentu. Tingkat dari ketidakmurnian ini akan menentukan jenis transistor tersebut, yaitu transistor MOSFET tipe-N (NMOS) dan transistor MOSFET tipe-P (PMOS). Bahan silicon ini yang akan digunakan sebagai landasan (*substrat*) penguras (*drain*), sumber (*source*), dan gerbang (*gate*). Selanjutnya transistor ini dibuat sedemikian rupa agar antara substrat dan

gerbangnya dibatasi oleh oksida silicon yang sangat tipis. Oksida ini diendapkan di atas sisi kiri kanal, sehingga transistor MOSFET akan mempunyai kelebihan dibanding dengan transistor BJT (*Bipolar Junction Transistor*), yaitu menghasilkan disipasi daya yang rendah.



Gambar 2.6 MOSFET Tipe IRF540

(<https://id.aliexpress.com/w/wholesale-mosfet-irf540>)

MOSFET mempunyai kaki-kaki :

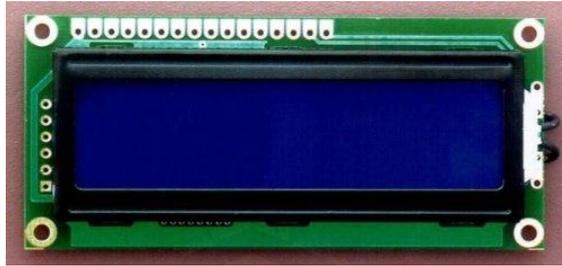
- 1) Sumber (*Source*) = S
- 2) Cerat (*Drain*) = D
- 3) Gerbang (*Gate*) = G

MOSFET mempunyai impedansi yang sangat tinggi. Harga dari sebuah MOSFET cukup tinggi, maka dari itu penggunaan MOSFET harus disesuaikan dengan kebutuhan yang sangat mendesak untuk sebuah alat.

2.6 LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD (*Liquid Cristal Display*) adalah salah satu jenis display elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS *logic* yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap *front-lit* atau mentransmisikan cahaya dari *back-lit*.

LCD (*Liquid Cristal Display*) berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik. Material LCD (*Liquid Cristal Display*) LCD adalah lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan *seven-segment* dan lapisan elektroda pada kaca belakang.



Gambar 2.7 LCD 16x2
(widuri.raharja.info)

Dalam modul LCD (*Liquid Cristal Display*) terdapat *microcontroller* yang berfungsi sebagai pengendali tampilan karakter LCD. *Microntroller* pada suatu LCD dilengkapi dengan memori dan register. Memori yang digunakan *microcontroler* internal LCD adalah : DDRAM (*Display Data Random Access Memory*) merupakan memori tempat karakter yang akan ditampilkan berada. CGRAM (*Character Generator Random Access Memory*) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana bentuk dari karakter dapat diubah-ubah sesuai dengan keinginan. CGROM (*Character Generator Read Only Memory*) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana pola tersebut merupakan karakter dasar yang sudah ditentukan secara permanen oleh pabrikan pembuat LCD tersebut sehingga pengguna tinggal mengambilnya sesuai alamat memorinya dan tidak dapat merubah karakter dasar yang ada dalam CGROM (*Character Generator Read Only Memory*).

Register *control* yang terdapat dalam suatu LCD (*Liquid Cristal Display*) diantaranya adalah register perintah yaitu register yang berisi perintah-perintah dari mikrokontroler ke panel LCD pada saat proses penulisan data atau tempat status dari panel LCD dapat dibaca pada saat pembacaan data. Register data yaitu register untuk menuliskan atau membaca data dari atau ke DDRAM (*Display Data Random Access Memory*). Penulisan data pada register akan menempatkan data tersebut ke DDRAM sesuai dengan alamat yang telah diatur sebelumnya.

BAB 3. METODE PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan tentang tempat dan waktu, ruang lingkup, jenis dan sumber data, serta metode pengumpulan data.

3.1 Waktu dan Tempat Kegiatan

5.1.1 Waktu Penelitian

Proyek akhir pembuatan Robot Pengangkut Barang Berbasis *Line Follower* Menggunakan Arduino UNO dan *Load Cell* ini dilaksanakan mulai bulan Februari 2017 sampai bulan Juni 2017.

5.1.2 Tempat Penelitian

Pelaksanaan pembuatan alat dan pengujian alat akan dilaksanakan di Laboratorium Sistem Kendali, Fakultas Teknik, Universitas Jember yang beralamat di Jln. Slamet Riyadi no. 62 Patrang, Jember.

3.2 Ruang Lingkup Kegiatan

Untuk memperjelas, menyederhanakan dan menghindari meluasnya masalah maka diberi batasan masalah sebagai berikut :

- a. Sistem kontrol yang digunakan berbasis Arduino Uno, sensor *photodiode*, dan sensor *loadcell*.
- b. Beban sensor *loadcell* yang digunakan dalam perancangan ini adalah 250 g, 500 g, dan 750 g.
- c. Motor yang digunakan sebagai penggerak robot adalah motor DC 12 volt.
- d. Robot hanya melakukan pengangkutan beban tanpa ada proses pengangkatan dan peletakan beban.

3.3 Jenis dan Sumber Data

Jenis dan sumber data disini akan menjelaskan tentang keseluruhan alat yang akan dibuat, sebagai berikut :

a. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian sebagai berikut:

- 1) *load cell*.
- 2) Arduino Uno.
- 3) Motor DC 12 volt.
- 4) Driver motor.
- 5) Modul HX711
- 6) Photodiode.
- 7) LED.
- 8) LCD 2x16.
- 9) Baterai *lippo* 12 volt.

Alat dan bahan yang digunakan diatas juga mencakup seperti solder, PCB, timah, resistor, kabel pelangi, arpus, bor dan lain-lain.

3.4 Metode Pengumpulan Data

Dalam proses pembuatan rancang prototipe robot tugas akhir ini menggunakan sensor *photodiode* dan *loadcell*. Adapun langkah-langkah penelitian yaitu:

a. Studi Literatur.

Studi Literatur merupakan pengumpulan data-data atau sumber yang berkaitan dengan alat yang akan dirancang. Bisa berupa sumber langsung, dari jurnal, majalah, buku, internet, atau dokumentasi.

b. Melakukan perancangan perangkat keras dan perangkat lunak.

Perancangan perangkat keras ini merupakan bentuk alat yang akan dibuat, berupa komponen yang digunakan saat pembuatan alat tersebut.

Perancangan perangkat lunak ini merupakan *software* yang digunakan untuk memogram alat tersebut, sehingga alat tersebut dapat beroperasi.

c. Melakukan pembuatan rangkaian penyusun sistem.

Pembuatan alat yang akan menggabungkan *software* dan *hardware*, akan menjadi satu bagian, dan alat tersebut bisa diaplikasikan.

d. Melakukan pengujian pengintegrasian perangkat keras dan perangkat lunak.

Pertama pengujian ini dilakukan secara terpisah dan selanjutnya akan dilakukan pengujian secara keseluruhan.

Melakukan pemeriksaan alat, mengkalibrasi alat agar mengetahui apakah alat tersebut berjalan dengan baik.

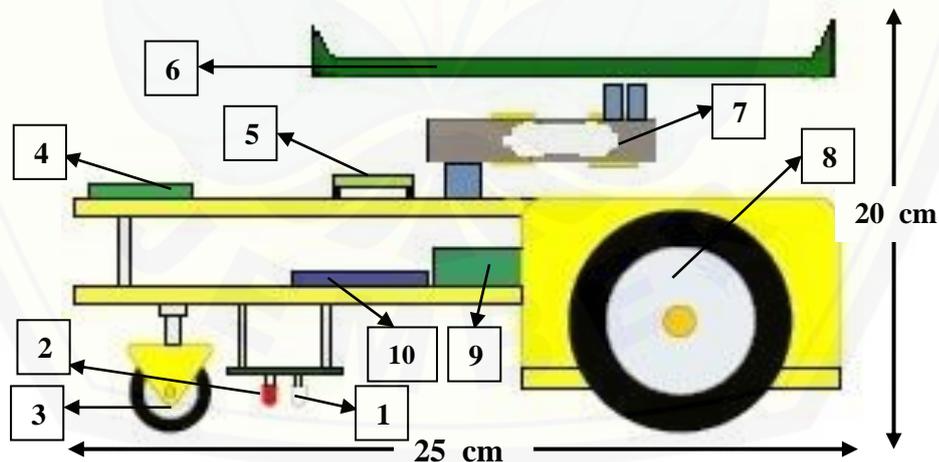
e. Menganalisa data yang telah diperoleh saat pengujian.

Pertama pengujian ini dilakukan secara terpisah dan selanjutnya akan dilakukan pengujian secara keseluruhan.

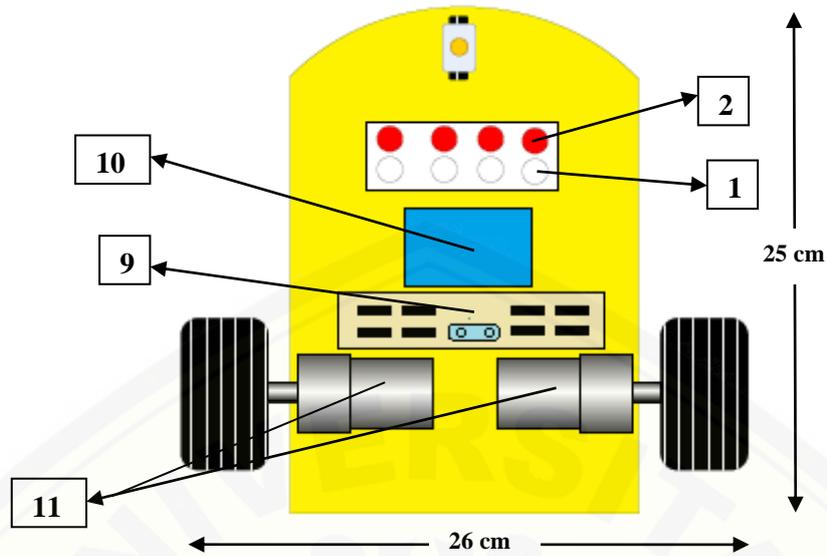
3.5 Perancangan Alat

3.5.1 Perancangan *Design* Alat

Alat ini merupakan Robot pengangkut berbasis *line follower* yang menggunakan sensor *photodiode* dan LED dalam pembacaan garis lintasannya. Pada desain *body* dari robot ini terdapat tiga lapisan. Lapisan pertama yakni lapisan paling bawah sebagai tempat untuk komponen-komponen kontrol yakni *shield* arduino, motor, sensor *photodiode* beserta LED, *freewheel* untuk roda depan, baterai 12 volt, dan *driver* motor. Sedangkan untuk lapisan kedua sebagai tempat untuk peletakkan LCD (*Liquid Crystal Display*), modul HX711, dan *load cell*. Dan untuk lapisan ketiga adalah sebaagai penampiang beban. Berikut adalah desain perancangan alat dan bagian-bagiannya.



Gambar 3.1 Desain Alat Tampak Samping



Gambar 3.2 Desain Alat Tampak Atas

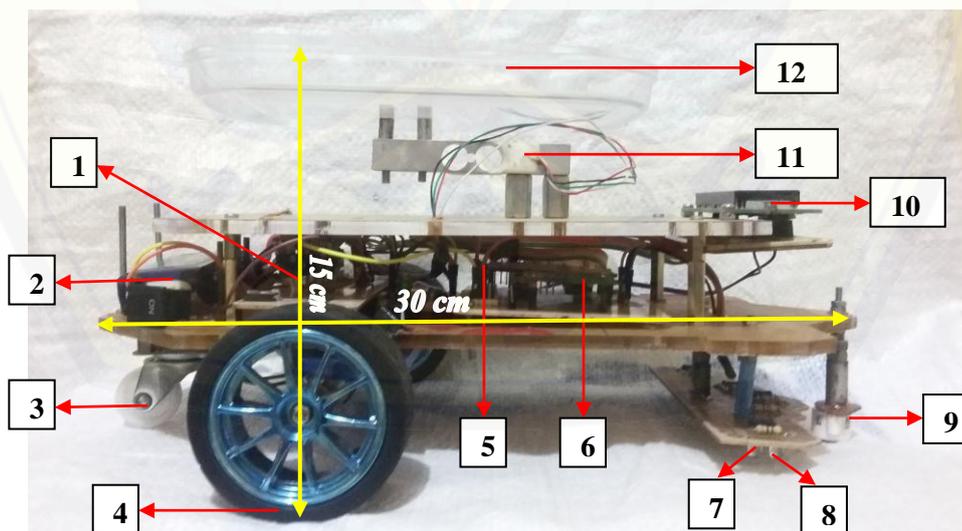
Keterangan :

- | | |
|--------------------|-------------------|
| 1. Photodiode | 7. Load Cell |
| 2. LED | 8. Ban Robot |
| 3. freewheel | 9. Driver Motor |
| 4. LCD | 10. Arduino uno |
| 5. Modul HX711 | 11. Motor DC 12 v |
| 6. Penampang Beban | |

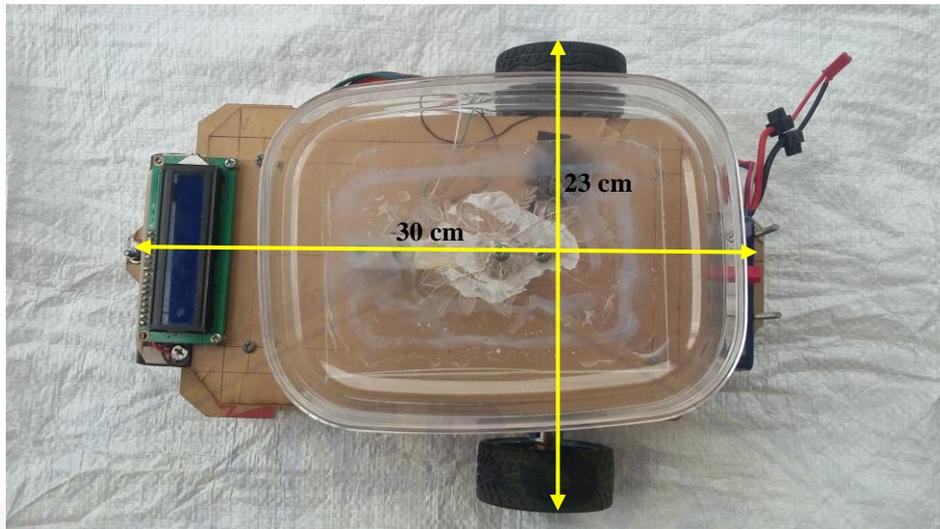
3.5.2 Perancangan Hasil Alat

Prototipe robot ini merupakan robot pengangkut barang berdasarkan parameter berat beban yang dibawa. Terdapat sebuah sensor berat atau *load cell* yang dipasang dibawah penampang robot, dimana penampang robot (bagian atas) digunakan sebagai tempat peletakan beban. Jadi ketika sebuah beban diletakkan di atas, maka *loadcell* akan membaca berat beban yang dibawa robot dan kemudian ditampilkan pada LCD (*Liquid Crystal Display*). Lalu berat beban yang sudah terbaca tadi akan kembali diolah arduino untuk mengontrol sensor cahaya dan motor, sehingga robot akan otomatis berjalan menuju tempat yang sudah disediakan berdasarkan berat beban yang telah ditentukan.

Dalam perancangan hasil alat yang telah dilakukan, terdapat beberapa perbedaan antara desain awal robot dengan hasil mekanik yang telah dilakukan. Pertama yakni dari segi roda robot, bagian depan roda robot menggunakan roda jenis *rollball* dan untuk roda *freewheel* digunakan sebagai roda bagian belakang robot. Hal ini dikarenakan ukuran dari roda *freewheel* yang terlalu memakan *space*, sehingga kesulitan dalam pemasangan sensor pembaca garis. Sedangkan *freewheel* sendiri diletakkan sebagai roda bagian belakang bertujuan agar robot tetap seimbang saat melakukan proses pengangkutan beban. Yang kedua yakni dari segi *chassis* robot, bentuk depan dari *chassis* lapisan pertama dibuat sesuai bentuk desain pcb rangkian sensor cahaya sedangkan bentuk bagian belakang dibuat sedikit memanjang dengan tujuan sebagai tempat peletakkan roda belakang (*freewheel*). Dan dari segi komponen, modul HX711 yang semula dipasang dilapisan (*chassis*) kedua dipindah ke lapisan pertama dan digabung bersama arduino uno dalam satu *shield*, hal ini dilakukan agar lebih memperkecil banyaknya jumlah kabel yang ada pada robot sehingga akan terlihat lebih ringkas. Berikut adalah hasil perancangan alat beserta bagian-bagiannya yang telah dilakukan.



Gambar 3.3 Perancangan Hasil Alat Tampak Samping



Gambar 3.4 Perancangan Hasil Alat Tampak Atas

Keterangan :

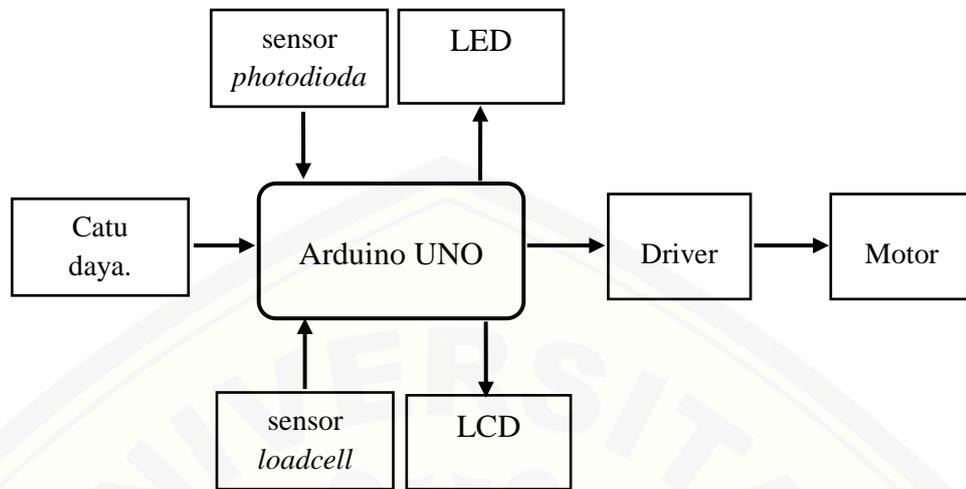
- | | |
|---------------------------------|----------------------|
| 1. <i>Driver Motor</i> | 7. LED |
| 2. Baterai <i>Lippo</i> 12 volt | 8. <i>Photodiode</i> |
| 3. <i>freewheel</i> | 9. <i>Roll Ball</i> |
| 4. Ban Robot | 10. LCD |
| 5. Arduino Uno | 11. <i>Load Cell</i> |
| 6. HX711 | 12. Penampang Beban |

Dalam perancangan hasil alat yang telah dilakukan, dimensi alat juga berubah dari desain awal, hal ini dikarenakan adanya penyesuaian baik dari segi komponen maupun dari segi keseimbangan robot itu sendiri. Adapun hasil akhir dimensi alat yang telah diselesaikan yakni panjang robot sebesar 30 cm, sedangkan lebarnya sebesar 23 cm, dan untuk tingginya yakni sebesar 15 cm.

3.5.3 Perancangan Perangkat Keras

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai perencanaan perangkat keras yang akan digunakan. Perancangan perangkat keras terdiri dari blok diagram alat dan beberapa rangkaian utama penyusunan robot diantaranya adalah rangkaian sensor cahaya, rangkaian LCD (*Liquid Crystal Display*), rangkaian *load cell*, dan rangkaian *driver motor*.

a. Blok Diagram



Gambar 3.5 Blok Diagram

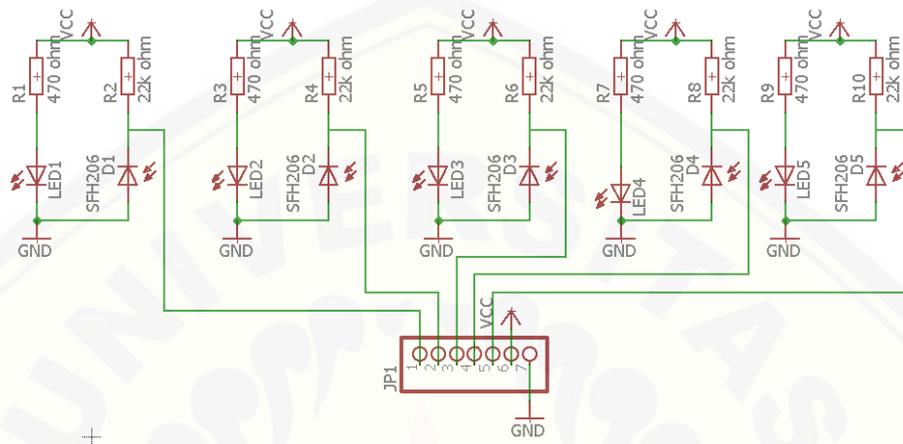
Gambar 10 blok diagram diatas menjelaskan tentang alur dari cara kerja Robot Pengangkut Barang Berbasis *Line Follower* yang akan dibuat. Bagian yang menunjukkan sistem pengontrolan menggunakan mikrokontroler Arduino UNO. Bagian *input* terdiri dari catu daya, sensor *loadcell*, dan sensor *photodioda*. Catu daya akan memberikan *supply* tegangan terhadap arduino dan motor, *loadcell* sebagai sensor berat akan melakukan pembacaan terhadap beban yang nanti nilainya akan diolah oleh arduino, dan *photodioda* sebagai sensor cahaya akan mendeteksi intensitas cahaya berdasarkan garis lintasan yang nantinya nilai ADC (*Analog to Digital Converter*) akan diolah oleh arduino.

Sedangkan untuk bagian output terdiri dari LED (*Light Emiting Diode*), LCD (*Liquid Crystal Display*), dan *driver* motor. LED (*Light Emiting Diode*) akan menghasilkan cahaya yang akan dipantulkan dalam memberikan intensitas cahaya kepada *photodioda*, LCD (*Liquid Crystal Display*) akan memberikan tampilan terhadap berat beban yang dibawa, dan *driver* motor akan mengontrol putaran motor dalam menggerakkan robot.

b. Rangkaian Sensor cahaya

Sensor cahaya yang digunakan adalah *photodioda* dalam melakukan pembacaan garis. Pada gambar menunjukkan bahwa *photodioda* dipasang secara

paralel dengan LED yang disertai dengan dua buah resistor dimana resistor 470 ohm untuk LED dan resistor 22k ohm untuk *photodiode*. Rangkaian ini terdapat VCC dan GND yang disupply dari arduino. Kemudian *ouput* dari rangkaian akan masuk ke pin analog arduino yakni pin A0, A1, A2, A3, dan A4.

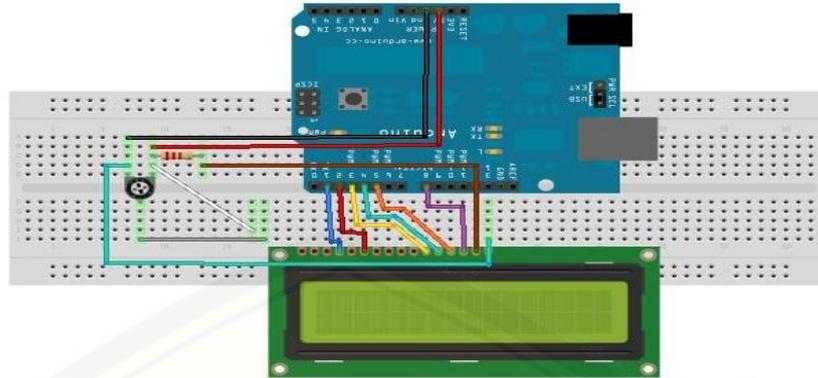


Gambar 3.6. Rangkaian Sensor cahaya

Pada rangkaian tersebut, LED digunakan untuk mensuplai pantulan cahaya yang masuk ke *photodiode*. Saat *photodiode* tidak terkena cahaya, maka nilai resistansinya akan besar sehingga tidak ada arus bocor yang mengalir ke komparator. Dan ketika *photodiode* menerima cahaya, maka resistansinya akan menjadi kecil sehingga akan ada arus bocor yang mengalir ke komparator.

c. Rangkaian LCD (*Liquid Crystal Display*)

Rangkaian LCD (*Liquid Crystal Display*) yang digunakan adalah untuk menampilkan berat beban yang dibawa robot berdasarkan pembacaan sensor *load cell* yang telah diproses oleh Arduino Uno. Interaksi dari Arduino ke LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah menggunakan pin 2, 3, 8, 9, 10, dan 11. Dalam rangkaian ini juga terdapat variabel resistor sebesar 220 ohm yang digunakan untuk mengatur intensitas pencahayaan terhadap LCD (*Liquid Crystal Display*).



Gambar 3.7 Rangkaian LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD (*Liquid Crystal Display*) yang digunakan adalah LCD dengan tipe M1632 buatan Hitachi dengan karakter warna dasar biru dan display berukuran 16x2.

d. Rangkaian *Load Cell*

Rangkaian sensor *load cell* digunakan untuk melakukan pembacaan berat terhadap beban. Pada rangkaian ini terdapat modul HX711 yang merupakan modul timbangan dalam mengkonveksi perubahan terukur.

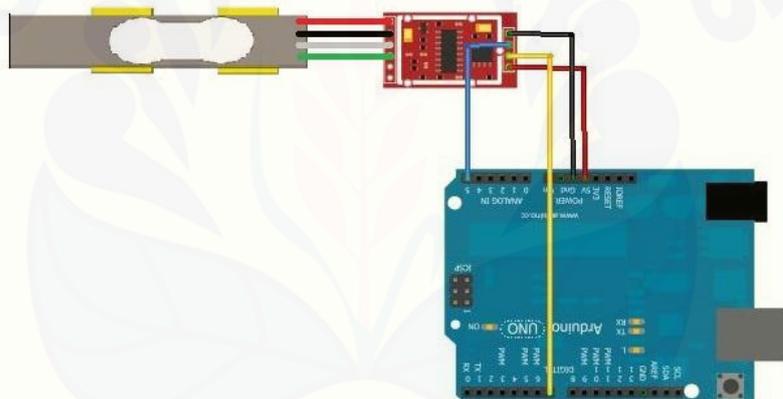
Jenis *load cell* yang dipakai adalah *strain gauge* dengan tipe L6B dengan berat maksimum 1,2 kg. Adapun *datasheet* dari *load cell* L6B ini adalah sebagai berikut :

Accuracy class		D	L	H
Output sensitivity (= FS)	mV/V		0.9 ± 0.2	
Maximum capacity (E _{max})	kg		0.3 ; 0.6 ; 1 ; 3	
Linearity	%FS	≤ ± 0.015	≤ ± 0.015	≤ ± 0.012
Hysteresis	%FS	≤ ± 0.015	≤ ± 0.015	≤ ± 0.012
Repeatability	%FS	≤ ± 0.015	≤ ± 0.015	≤ ± 0.012
Temperature effect zero	%FS / 10°C	≤ ± 0.030	≤ ± 0.030	≤ ± 0.020
Temperature effect sensitivity	%FS / 10°C	≤ ± 0.030	≤ ± 0.030	≤ ± 0.020
Excentric loading error	%		≤ ± 0.020	
Safe overload	of E _{max}		120 %	
Zero balance	of E _{max}		≤ ± 2.0 %	
Excitation, recommended voltage	V		5 ~ 12	
Excitation maximum	V		15	
Terminal resistance, input	Ω		406 ± 6	
Terminal resistance, output	Ω		350 ± 3.5	
Insulation impedance	M Ω		≥ 5000 (at 50VDC)	
Temperature range, operating	°C		-20 ~ +40	
Element material			Aluminium	
Recommended torque on fixation bolts	Nm		1.3	

Gambar 3.8 *Datasheet load Cell L6B*

Sedangkan untuk modul penguat HX711 yang digunakan sudah terintegrasi dari AVIA SEMICONDUCTOR (Xiamen) Co. LTD dimana HX711 presisi 24-bit *analog to digital converter* (ADC) yang didesain untuk sensor timbangan digital. Adapun spesifikasinya adalah sebagai berikut :

- Differential input voltage*: $\pm 40\text{mV}$ (*Full-scale differential input voltage* $\pm 40\text{mV}$).
- Data accuracy*: 24 bit (24 bit A / D converter chip.)
- Refresh frequency*: 80 Hz
- Operating Voltage* : 5V DC
- Operating current* : <10 mA
- Size*:38mm*21mm*10mm



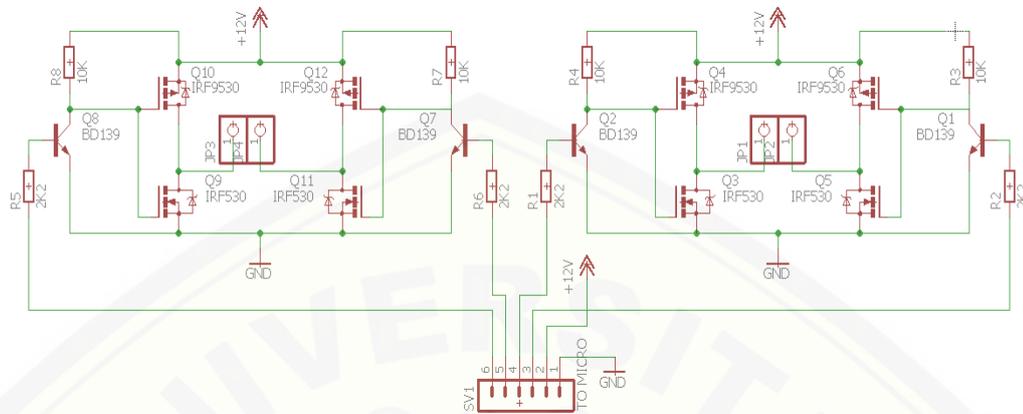
Gambar 3.9 Rangkaian *Load cell*

Rangkaian di halaman sebelumnya menggunakan menggunakan input berupa *loadcell* yang akan mendeteksi berat beban. Selanjutnya hasil pembacaan *load cell* dikuatkan dengan modul HX711, kemudian hasil penguatannya akan masuk ke pin analog (pin ADC) dari arduino uno.

e. Rangkaian Driver Motor

Rangkaian ini digunakan sebagai rangkaian dalam menggerakkan motor pada roda robot, serta digunakan untuk mengontrol arah putaran dan kecepatan motor (pwm). Pada rangkaian ini merupakan rangkaian driver motor menggunakan mosfet IRF530, dimana pada rangkaian ini terdapat komponen

penyusun yang lain yakni transistor DB139, resistor 10k ohm, resistor 22k ohm, dan pin header. Berikut adalah rangkaian driver motor yang digunakan.



Gambar 3.10 Rangkaian Motor ke Arduino

Pada rangkaian driver motor diatas, output akan dihubungkan pada motor yakni motor kanan dan motor kiri. Sedangkan pada input dihubungkan pada pin arduino yakni pin 6, 9, 10, dan 11. Supply tegangan yang dibutuhkan driver motor ini adalah sebesar 12 volt DC yang diambil dari baterai lippo.

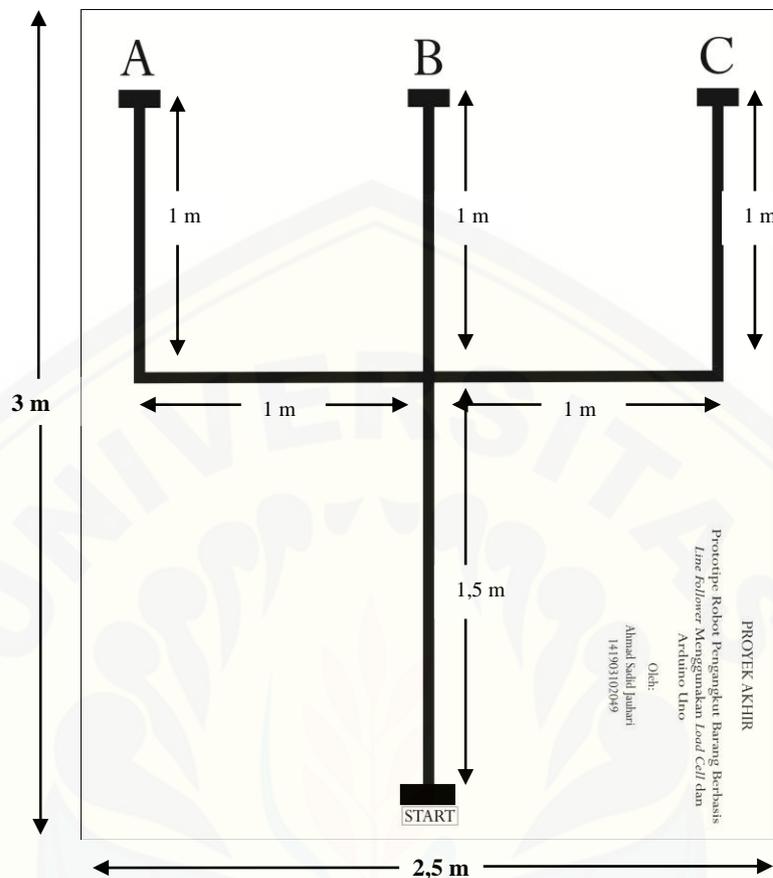
3.5.4 Perancangan Perangkat Lunak

Pada bagian ini akan dijelaskan berupa perencanaan perangkat lunak yang akan digunakan.

a. Program Arduino UNO.

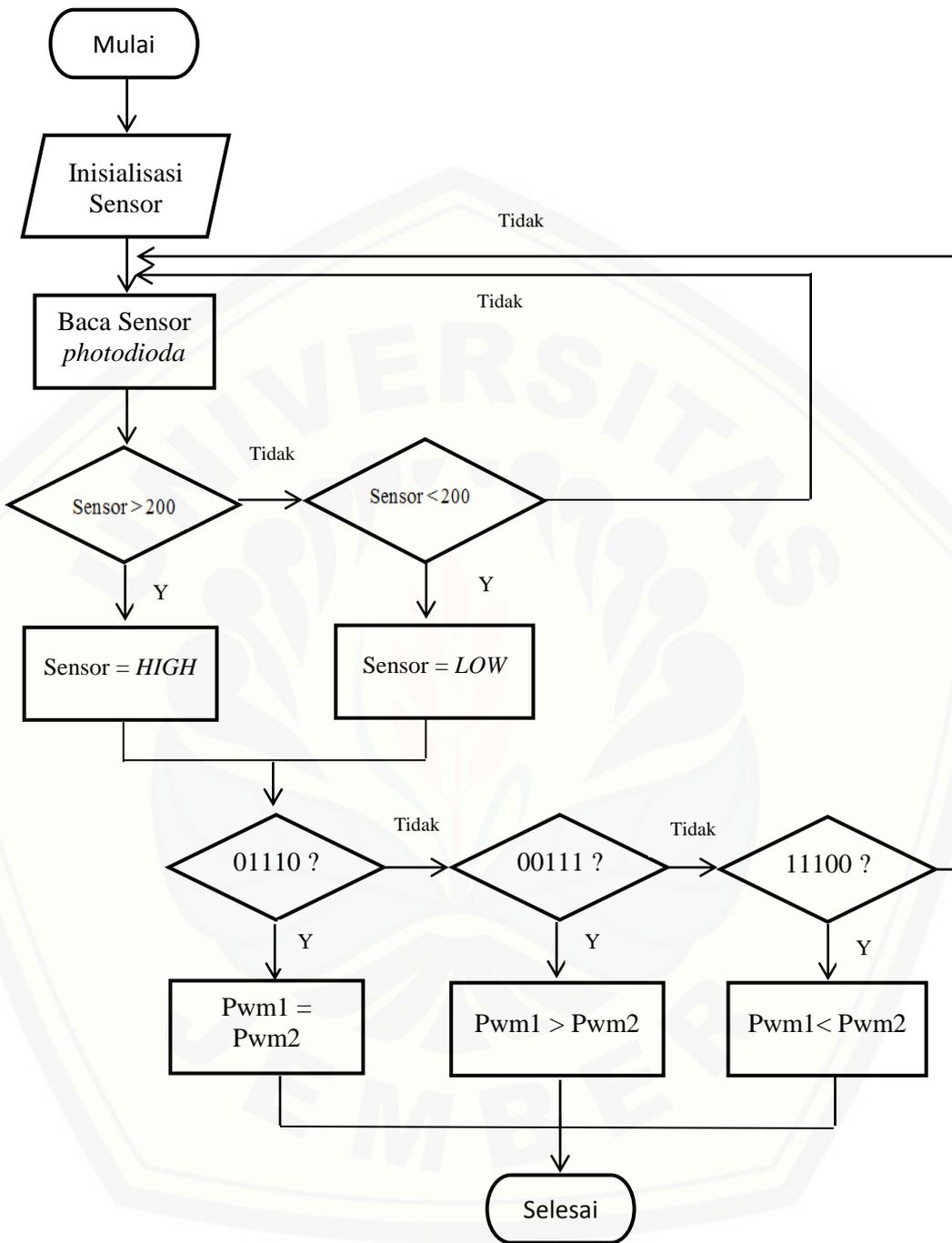
Pada robot ini menggunakan program arduino dengan diagram alir atau *flowchart* berdasarkan *mapping* lintasan yang telah dilakukan. Terdapat dua *flowchart* yang digunakan dimana pertama adalah *flowchart* sistem kerja robot dan yang kedua adalah *flowchart* robot membaca garis. Adapaun bentuk *mapping* lintasan dan *flowchart* adalah sebagai berikut :

1. Mapping lintasan

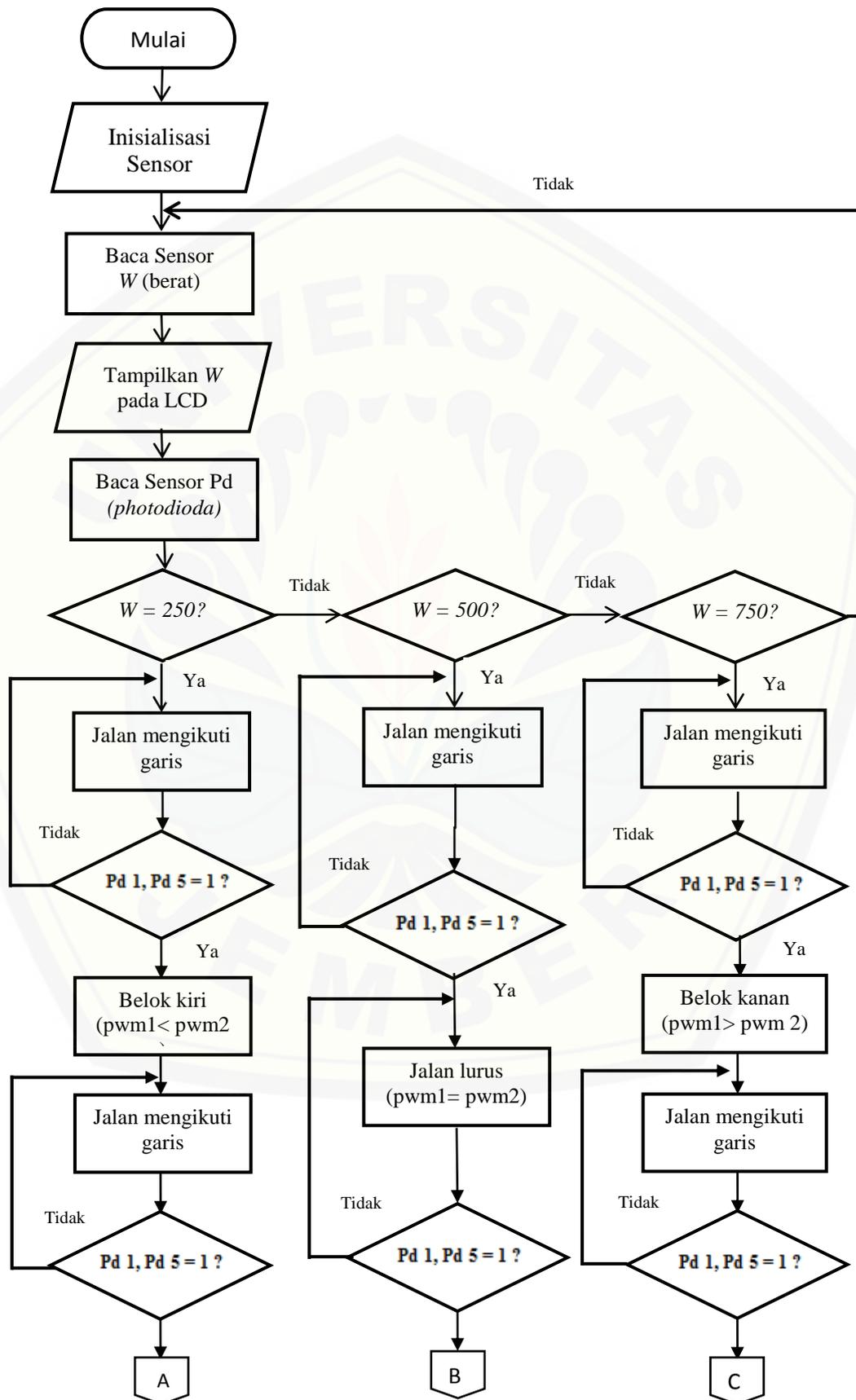
Gambar 3.11 *mapping* lintasan

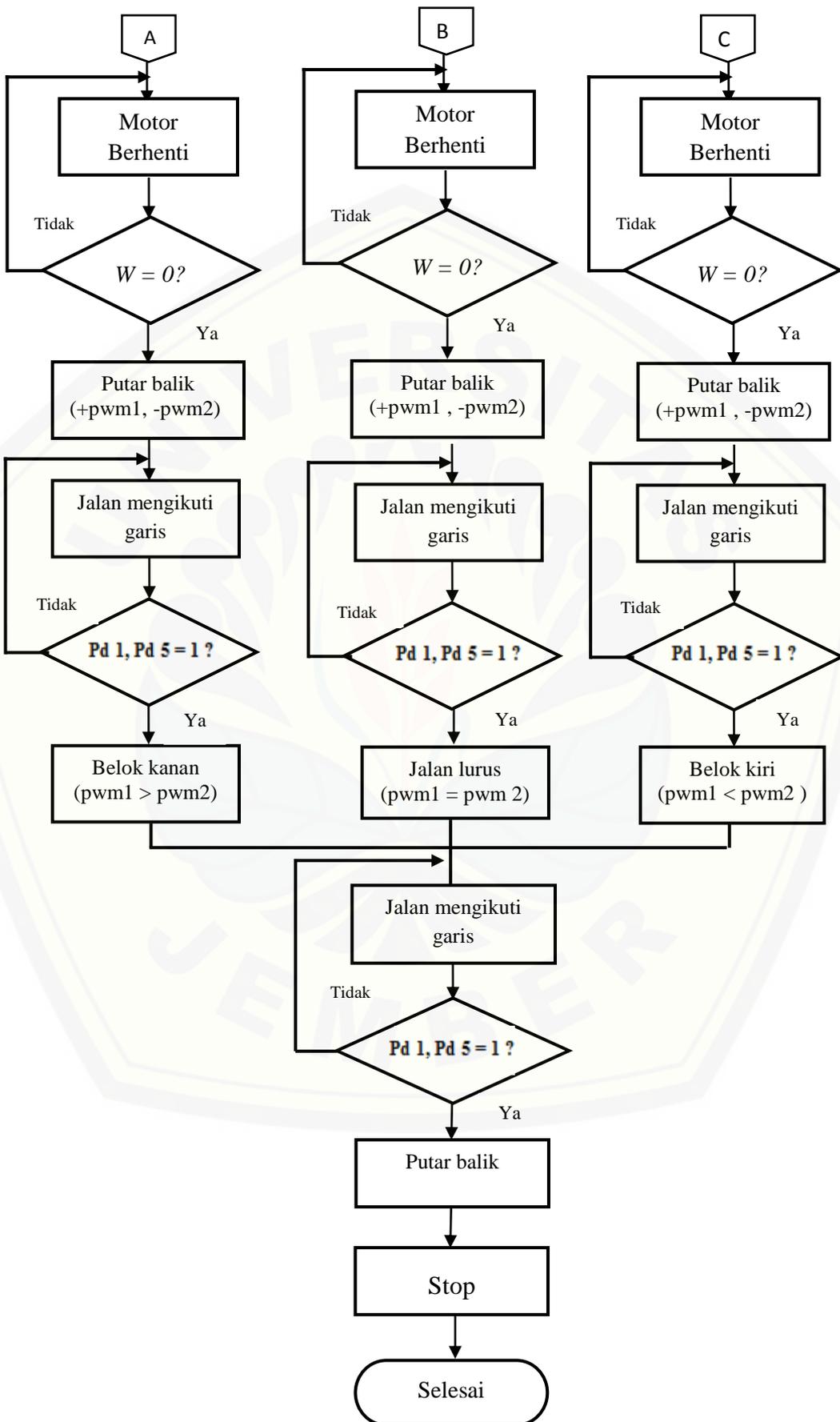
Media lintasan yang digunakan menggunakan banner berukuran 2,5 x 3 meter. Panjang lintasan dari start ke perempatan sebesar 1,5 meter, dari perempatan ke titik A sebesar 2 meter dengan satu kali belok, dari perempatan ke titik B sebesar 1 meter tanpa ada belokan (hanya lurus), dan dari perempatan ke titik C sama dengan titik A yakni 2 meter dengan satu kali belok.

2. Flowchart Robot Membaca Garis



3. Flowchart Robot Keseluruhan





3.6 Kalibrasi Sensor

Sistem yang digunakan robot dalam melakukan pembacaan garis adalah menggunakan sensor *photodiode*, sedangkan dalam melakukan proses pembacaan berat beban yang dibawa adalah menggunakan sensor *loadcell*. Untuk mendapat nilai yang sesuai dengan pengukuran sebenarnya, maka sensor perlu dilakukan proses kalibrasi. Kalibrasi sensor bertujuan untuk menentukan atau menguji apakah nilai pengukuran yang dibaca sensor sudah sesuai dengan nilai pengukuran dari alat konvensional yang sudah standar. Proses kalibrasi dilakukan pada sensor yang digunakan yaitu sensor *photodiode* dan sensor *loadcell*.

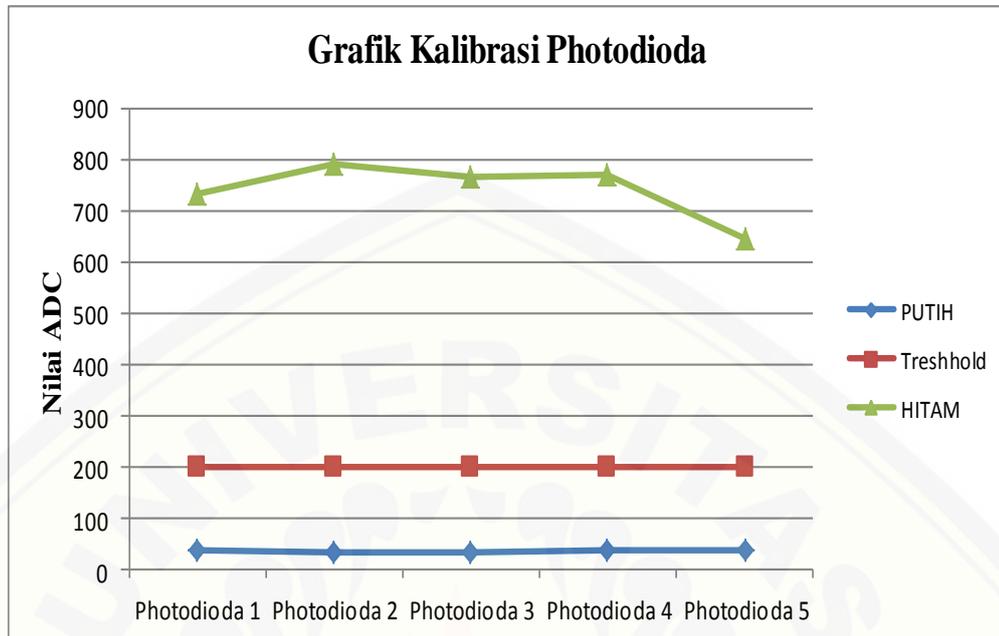
3.6.1 Kalibrasi Photodiode

Kalibrasi *photodiode* dilakukan dengan cara mengambil data nilai ADC (*Analog to Digital Converter*) yang dihasilkan dalam dua kondisi yang berbeda. Kondisi pertama adalah ketika *photodiode* diletakkan pada bidang berwarna putih, sedangkan kondisi kedua adalah ketika *photodiode* diletakkan pada bidang berwarna hitam. Proses kalibrasi dengan cara pengambilan nilai ADC (*Analog to Digital Converter*) dilakukan sebanyak tiga kali percobaan, hal ini dilakukan untuk mengetahui tingkat signifikan perubahan yang terjadi. Berikut ini merupakan data yang didapatkan dari proses kalibrasi sensor *photodiode* yang dihasilkan.

Tabel 3.1 Data Kalibrasi *Photodioda*

No.	Sensor	Ke -	Nilai ADC	
			PUTIH	HITAM
1	<i>Photodioda 1</i>	1	34	731
		2	36	737
		3	35	740
2	<i>Photodioda 2</i>	1	35	781
		2	34	791
		3	35	792
3	<i>Photodioda 3</i>	1	34	725
		2	36	766
		3	33	765
4	<i>Photodioda 4</i>	1	37	769
		2	37	762
		3	36	760
5	<i>Photodioda 5</i>	1	38	635
		2	38	684
		3	37	647

Pada data hasil kalibrasi sensor *photodioda* terdapat 5 buah sensor yang terpasang pada robot untuk melakukan pembacaan garis. Pengujian dilakukan sebanyak 3 kali. Pada tabel 4.1 diketahui bahwa saat sensor diletakkan diatas bidang putih nilai ADC yang dihasilkan berkisar 34 sampai 38, hal ini menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan secara signifikan pada *photodioda 1* sampai *photodioda 5*. Sedangkan saat sensor diletakkan diatas bidang hitam, *photodioda 5* memiliki nilai ADC terkecil dibandingkan *photodioda* lainnya yakni 635, 684, dan 674.



Gambar 3.12 Grafik Kalibrasi *Photodiode*

Pada gambar grafik 3.12 diketahui bahwa warna hijau menunjukkan grafik nilai ADC (*Analog to Digital Converter*) saat *photodiode* diletakkan di atas bidang berwarna hitam, sedangkan warna biru menunjukkan grafik nilai ADC (*Analog to Digital Converter*) saat *photodiode* diletakkan di atas bidang berwarna putih. Untuk warna merah merupakan grafik *treshold* yang sudah ditentukan. Nilai *treshold* inilah yang nanti digunakan dalam proses pengujian *photodiode*.

3.6.2 Kalibrasi *Loadcell*.

Kalibrasi *loadcell* ditujukan untuk mendapatkan nilai yang presisi saat dibandingkan dengan timbangan. Dalam proses kalibrasi terdapat dua hal yang harus dilakukan, yang pertama menentukan nilai *offset* dan yang kedua menentukan nilai rasio. Nilai *offset* diperoleh ketika *load cell* tidak diberi beban, nilai *output* yang dihasilkan (*averageValue*) ditetapkan sebagai nilai *Offset*. Selanjutnya nilai rasio didapatkan dengan menentukan satu buah sampel berat yang sudah ditentukan beratnya dengan timbangan (dalam hal ini berat sampel yang digunakan adalah 500 gram) kemudian sampel diletakan pada *load cell*, nilai

output yang dihasilkan dikurangi nilai *offset* dan dibagi berat sampel yang digunakan. Sehingga hasilnya ditetapkan sebagai nilai rasio. Berikut adalah data kalibrasi yang telah dilakukan.

Tabel 3.2 Kalibrasi Load Cell

No.	Kondisi	Timbangan (gram)	Nilai Output	Keterangan
1.	Tanpa Beban	0	8370300	<i>Offset</i> = 8370300
2.	Diberi Sampel	500	9460300	Rasio = 2180



(a.)



(b.)

Gambar 3.13 (a) proses menentukan nilai Offset. (b) proses penentuan nilai rasio.

Berdasarkan data hasil kalibrasi yang telah dilakukan, pada tabel 4.2 diketahui bahwa nilai *offset* yang didapat yakni sebesar 8370300. Sedangkan nilai rasio yang didapatkan dari sampel berat 500 gram yakni sebesar 2180. Nilai *offset* dan rasio yang telah didapat dimasukkan ke dalam program arduino untuk menjadikan nilai satuan gram pada *load cell*.

BAB.5 PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan tugas akhir yang telah dilakukan didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Prototipe robot *line follower* pengangkut barang dibuat menggunakan *photodiode* sebagai sensor pembaca garis dan *loadcell* sebagai timbangan bebannya. Dari kelima *photodiode* yang digunakan, semuanya dalam keadaan baik dengan nilai *LOW* saat diuji pada bidang putih dan *HIGH* saat diuji pada bidang hitam. Perbandingan pembacaan berat beban antara timbangan konvensional dan *load cell* adalah mendekati sama, dengan error persen terbesar yakni 2,03 % dan error persen terkecil yakni 0,08 %.
2. Pembuatan prototipe robot *line follower* pengangkut barang didasarkan pada 3 berat beban yang berbeda. Saat diberi beban 250 gram, robot menuju titik A dengan rata-rata kecepatan sebesar 11,78 dan rata-rata kecepatan kembali ke start sebesar 17,49 detik dengan prosentase kegagalan 10%. Saat diberi beban 500 gram, robot menuju ke titik B dengan rata-rata kecepatan sebesar 8,6 detik dan rata-rata kecepatan kembali ke start sebesar 14,46 detik. Dan Saat diberi beban 750 gram, robot menuju titik C dengan rata-rata kecepatan sebesar 14,34 dan rata-rata kecepatan kembali ke start sebesar 18,32 detik dengan prosentase kegagalan 30%.

5.2 Saran

Dari tugas akhir yang telah dilakukan tentang “Prototipe Robot Pengangkut Barang Berbasis Line Follower dengan Load Cell dan Arduino Uno”, penulis memberikan saran agar proyek akhir ini dapat dikembangkan lagi. Adapun saran yang diberikan adalah sebagai berikut :

1. Menggunakan sensor *photodiode* yang lebih banyak, supaya error pada robot saat melakukan pembacaan garis dapat dikurangi dan laju robot bisa bertambah kencang.
2. Menggunakan Arduino Mega agar mendapatkan pin analog yang lebih banyak lagi dalam penggunaan sensor pembaca garis yakni sensor *photodiode*.

3. Melakukan perancangan mekaanik pada load cell, agar mendapatkan posisi penempatan yang lebih pas dan presisi. Sehingga pembacaan load cell yang selalu berubah-ubah tiap waktu dapat dikurangi.



DAFTAR PUSTAKA

- Artyas, Dyah. 2016. *Timbangan digital menggunakan sensor load cell dan modul HX711*. Dari : <http://sharingnode.blogspot.co.id/2016/01/timbangan-digital-menggunakan-sensor.html> [Diakses pada 10 Januari 2017].
- Felayati, Ali Akbar. 2016. *Alat ukur Berat benda berbasis Arduino*. Diambil dari: <http://belajarmikrokontroler2015.blogspot.co.id/2016/02/alatukur-b-eratbenda-berbasis-arduino.html> [Diakses pada 10 Januari 2017].
- Limasari, Leny. 2009. *Rancang Bangun Pengukur Massa Menggunakan Load Cell Berbasis Mikrokontroler AT89S51*. Tugas Akhir. Semarang : Fakultas MIPA Universitas Diponegoro.
- Sanjaya, Mada. 2016. *Robot Line Follower Digital Menggunakan Arduino (Simple Robot Line Tracking Arduino)*. Diakses dari : <http://profesorbolabot.blogspot.co.id/2016/02/robot-line-follower-arduino.html> [Diakses pada 13 Januari 2017].
- Santoso, Dedik. 2006. *Kapasitas Angkat Beban Untuk Pekerja Indonesia*. Jurnal Teknik Industri, Vol. 8, No. 2, Desember 2006: 148-155. Universitas Kristen Petra Surabaya.
- Sugriwan, Muntini dan Pramono. 2015. *Desain Dan Karakterisasi Load Cell Tipe CZL601 Sebagai Sensor Massa Untuk Mengukur Derajat Layu Pada Pengolahan Teh Hitam*. Fakultas MIPA Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya.
- Tyas, Bungsu Sulissing. 2009. *Pengaruh Pekerjaan Angkat-Angkut Terhadap Kelelahan Kerja Pada Waktu Aktivitas Pengisian Acetic Acid Kedalam Jerigen Di Unit Filling PT. Indo Acidatama Tbk, Kemiri Kebakkramat Karanganyar*. Skripsi. Surakarta: Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret.
- Zal, Fahmi. 2010. *Merancang Rangkaian Sensor Garis*. Diambil dari : <https://fahmizaleeits.wordpress.com/2010/07/25/merancang-rangkaian-sensor-garis/> [Diakses pada 7 Januari 2017]

LAMPIRAN

A. Program Arduino

```
#include <Hx711.h>
#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(13,2, 3, 4, 5, 8);
Hx711 scale(A5, 7);

int sensor = 0,
baca = 0;
int treshold = 200;

const int kidur      = 6;
const int kiju       = 9;
const int kaju        = 10;
const int kadur      = 11;

int sensPinggir = 0, counter;
void setup() {
  pinMode(kadur, OUTPUT);
  pinMode(kaju, OUTPUT);
  pinMode(kidur, OUTPUT);
  pinMode(kiju, OUTPUT);

  scale.setOffset(8344068);
  scale.setScale(2164);
  lcd.begin(16, 2);
  Serial.end ();
  delay(2000);
}

void loop() {

  lcd.setCursor (0,0);
  lcd.print ("LETAKKAN BEBAN !");
  lcd.setCursor (0,1);
  lcd.print (scale.getGram());
  if(scale.getGram())>400 && scale.getGram())<700){
    jalanB();
  }
  if(scale.getGram())>700){jalanC();}
  if(scale.getGram())>200 &&
scale.getGram())<400){jalanA();}
}
```

```
void jalanC(){
  counter=0;
  lcd.setCursor (0,1);
  lcd.print (" MENUJU TITIK C ");
  lcd.setCursor (0,0);
  lcd.print ("Berat : 750 gram");
  while(1){
    timer();
    if(sensPinggir>0){

      if(counter==2){
        motor(0,0);
        break;
      }
      if(counter==1){
        motor(5,130);
        delay(800);
        cariTengah();
      }
      if(counter==0){
        motor(135,5);
        delay(800);
        cariTengah();
      }
      counter++;
    }
  }
  while(1){
    lcd.setCursor (0,0);
    lcd.print ("      SILAHKAN.      ");
    lcd.setCursor (0,1);
    lcd.print ("  AMBIL BEBAN.  ");
    if(scale.getGram()<700){
      lcd.setCursor (0,0);
      lcd.print ("      BEBAN = 0      ");
      lcd.setCursor (0,1);
      lcd.print ("KEMBALI KE START");
      counter=0;
      while(1){
        timer();
        if(sensPinggir>0){
          if(counter==3){
            motor(70,-90);
            delay(800);
            cariTengah();
            motor(0,0);
            delay(500);
            break;
          }
        }
      }
    }
  }
}
```

```
    }
    if(counter==2){
        motor(5,130);
        delay(500);
        cariTengah();
    }
    if(counter==1){
        motor(120,5);
        delay(300);
        cariTengah();
    }
    if(counter==0){
        motor(-75,90);
        delay(600);
        cariTengah();
    }
    counter++;
}
break;
}

void jalanB(){
    counter=0;
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(" MENUJU TITIK B ");
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Berat : 500 gram");
    while(1){
        timer();
        if(sensPinggir>0){
            if(counter==1){
                motor(0,0);
                break;
            }
            if(counter==0){
                motor(70,100);
                delay(100);
                cariTengah();
            }
            counter++;
        }
    }
    while(1){
        lcd.setCursor(0,0);
        lcd.print("    SILAHKAN.    ");
        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.print("  AMBIL BEBAN.  ");
        if(scale.getGram()<400){
```

```
lcd.setCursor (0,0);
lcd.print ("      BEBAN = 0      ");
lcd.setCursor (0,1);
lcd.print ("KEMBALI KE START");
counter=0;
while(1){
  timer();
  if(sensPinggir>0){
    if(counter==2){
      motor(75,-95);
      delay(800);
      cariTengah();
      motor(0,0);
      delay(500);
      break;
    }
    if(counter==1){
      motor(80,110);
      delay(100);
      cariTengah();
    }
    if(counter==0){
      motor(75,-95);
      delay(600);
      cariTengah();
      motor(0,0);
      delay(500);
    }
    counter++;
  }
  break;
}

void jalanA(){
  counter=0;
  lcd.setCursor (0,1);
  lcd.print (" MENUJU TITIK A ");
  lcd.setCursor (0,0);
  lcd.print ("Berat : 250 gram");
  while(1){
    timer();
    if(sensPinggir>0){
      if(counter==2){
        motor(0,0);
        break;
      }
      if(counter==1){
```

```
        motor(130,5);
        delay(300);
        cariTengah();
    }
    if(counter==0){
        motor(10,130);
        delay(500);
        cariTengah();
    }
    counter++;
}
while(1){
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("    SILAHKAN.    ");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("    AMBIL BEBAN.    ");
    if(scale.getGram()<200){
        lcd.setCursor(0,0);
        lcd.print("    BEBAN = 0    ");
        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.print("KEMBALI KE START");
        counter=0;
        while(1){
            timer();
            if(sensPinggir>0){
                if(counter==3){
                    motor(70,-90);
                    delay(800);
                    cariTengah();
                    motor(0,0);
                    delay(500);
                    break;
                }
                if(counter==2){
                    motor(115,5);
                    delay(500);
                    cariTengah();
                }
            }
            if(counter==1){
                motor(10,115);
                delay(500);
                cariTengah();
            }
        }
        if(counter==0){
            motor(-80,90);
            delay(500);
            cariTengah();
        }
    }
}
```

```
        motor(0,0);
        delay(500);
    }
    counter++;
}
break;
}

void cariTengah(){
    ambilBawah();

while(sensor!=0b01110&&sensor!=0b01100&&sensor!=0b00110
&&sensor!=0b00100){
    ambilBawah();
}
}

void timer(){
    ambilBawah();
    int error = 0;
    switch(sensor){
        case 0b01110 : error = 0; break;
        case 0b01100 : error = 1; break;
        case 0b01000 : error = 3; break;
        case 0b10000 : error = 4; break;
        case 0b00110 : error = -1; break;
        case 0b00010 : error = -3; break;
        case 0b00001 : error = -4; break;
    }
    motor(90-error*5,90+error*5);
}

void ambilBawah(){
    sensor=0;
    for(int i = 0 ; i <=4 ; i++){
        baca=analogRead(i);
        if(baca>=treshold){
            bitSet(sensor,4-i);
            Serial.print(" 1 |");
        }
        else{
            Serial.print(" 0 |");
        }
        Serial.print(String(baca)+" | ");
        delay(10);
    }
    sensPinggir = 0;
}
```

```
if(bitRead(sensor,0)==HIGH){
    sensPinggir += 2;
}
if(bitRead(sensor,4)==HIGH){
    sensPinggir += 1;
}
Serial.println(sensor);
}

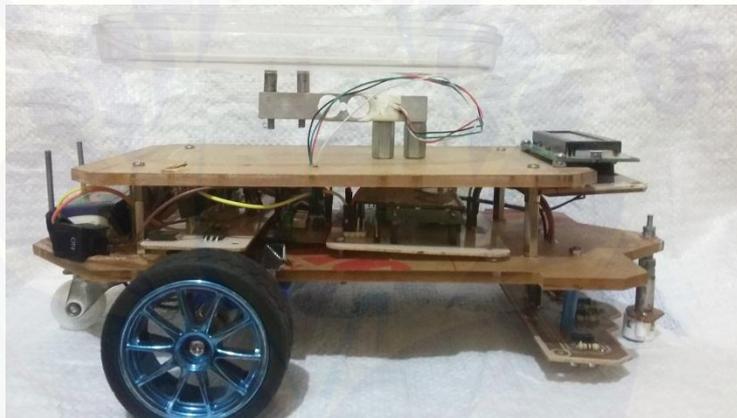
void motor(int pwmkanan,int pwmkiri){
    pwmkiri=-pwmkiri*0.90;
    if (pwmkiri>255)pwmkiri=255;
    if (pwmkiri<-255)pwmkiri=(-255);
    if (pwmkanan>255)pwmkanan=255;
    if (pwmkanan<-255)pwmkanan=(-255);

    if (pwmkanan<0)
    {
        digitalWrite(kadur,HIGH);
        analogWrite(kaju,(255+pwmkanan));
    }
    if (pwmkiri<0)
    {
        digitalWrite(kidur,HIGH);
        analogWrite(kiju,(255+pwmkiri));
    }
    if (pwmkanan>=0)
    {
        digitalWrite(kadur,LOW);
        analogWrite(kaju,pwmkanan);
    }
    if (pwmkiri>=0)
    {
        digitalWrite(kidur,LOW);
        analogWrite(kiju,pwmkiri);
    }
}
```

B. Dokumentasi Pengerjaan Alat



Proses Riset Mekanik Alat.



Rancangan Mekanik Yang Sudah Jadi



Proses Kalibrasi *Load Cell*



Proses Pembuatan Program Alat



Proses Pengujian Alat

