

**RANCANG BANGUN ROBOT PENGANGKUT SAMPAH PADA
KANAL SEMPIT**

DESIGN OF ROBOT TRANSPORTING GARBAGE

IN NARROW CANALS

MUHTAR



DEPARTEMEN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK

SEKOLAH PASCASARJANA

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2018

**RANCANG BANGUN ROBOT PENGANGKUT SAMPAH PADA
KANAL SEMPIT**

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Magister

Departemen

Teknik Mesin / Konstruksi Mesin

Disusun dan diajukan oleh

MUHTAR

Kepada

SEKOLAH PASCASARJANA

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2018

TESIS

RANCANG BANGUN ROBOT PENGANGKUT SAMPAH PADA KANAL SEMPIT


Disusun dan diajukan oleh

MUHTAR

Nomor Pokok P2202214402

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Tesis
pada tanggal 07 Agustus 2018
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui
Komisi Penasehat,


Rafiuddin Syam, ST., M.Eng., Ph.D

Ketua

Dr. Ir. Zulkifli Djafar, M.T.

Anggota

Ketua Program Studi Magister
Teknik Mesin,


Dr. Ir. Zuryati Djafar, M.T.

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin,


Dr. Ir. Muhammad Arsyad Thaha, M.T.

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhtar
Nomor Mahasiswa : P2202214402
Program Studi : Teknik Mesin / Konstruksi Mesin

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 07 Agustus 2018

Yang menyatakan



Muhtar

ABSTRAK

Muhtar (P2202214402), Robot Pengangkut Sampah Pada Kanal Sempit Dibimbing oleh Rafiuddin Syam dan Zulkifli Djafar

Salah satu penyebab terjadinya banjir adalah faktor sampah yang banyak tersebar di kanal. Salah satu cara mengatasinya adalah dengan membuat robot pengangkut sampah pada kanal sempit. Adapun tujuan penelitian ini adalah merancang sebuah model robot pengangkut sampah pada kanal dan mampu membuat program arduino dalam mengoperasikan robot tersebut. Bagian-bagian robot ini adalah rumah robot, rangka pengangkut sampah, pengangkut sampah, motor penggerak sistem, roda penggerak, arduino uno dan perangkatnya serta aki. Prinsip kerja robot ini adalah program memberi perintah kerja pada sistem atau motor penggerak untuk menggerakkan rangka pengangkut sampah bergerak turun ke kanal untuk menemukan air. Di saat sensor air telah menyentuh air maka sensor akan mengirim ke program agar memberhentikan motor penggerak rangka pengangkut sampah. Bersamaan dengan itu, program memerintahkan/mengirim sinyal ke motor penggerak pengangkut sampah (jaring-jaring dan bilah pipa) agar berputar, sehingga bergerak menyaring sampah yang ada. Pada penelitian ini robot pengangkut mampu mengangkat sampah 5 kg sehingga diperoleh torsi mesin 7,5 kg.cm dan Daya sebesar 117,75 Watt. Sedangkan menurut perhitungan mesin robot ini mampu mengangkat sampah sebesar 66,7 kg memiliki torsi sebesar 100 kg.cm dan daya sebesar 14401,7 watt.

Kata kunci: robot, sampah, arduino uno, program, sensor dan conveyor, torsi



ABSTRACT

Muhtar (P2202214402), Design of Robot Transporting Garbage In Narrow Canals Guided by Rafiuddin Syam and Zulkifli Djafar

One of the causes of flooding is the waste factor that is widely spread in the canal. One way to overcome this is to make a robot transporting garbage on a narrow canal. The purpose of this research is to design a model robot garbage transporter on the channel and able to make arduino program in mengoperasikan robot. Parts of this robot is a robot house, garbage truck, garbage haul, motor drive system, wheel pemer, arduino uno and its devices and batteries. The working principle of this robot is a program to give perintah work on the system or motor drive to move the frame moving the waste down to the canal to find water. When the water sensor has touched the water, the sensor will send to the program to stop the motor driving the truck carrying garbage. At the same time, the program commands / sends signals to the garbage transporting motor (the webs and pipes) to rotate, so that it moves through the existing waste. In this research, the robot transporter is able to lift the 5 kg waste so that the engine torque is 7.5 kg.cm and the power is 117,75 Watt. Meanwhile, according to calculations robot machine is able to lift the garbage of 66.7 kg has a torque of 100 kg.cm and power of 14401.7 watts

Keywords: robot, garbage, arduino uno, program, sensor and conveyor, torque



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Skema dasar-dasar robotika	6
Gambar 2.2. Beberapa gambar contoh robot	7
Gambar 2.3. Join atau sendi pada robot	9
Gambar 2.4. Notasi Denavit Hartenberg	10
Gambar 2.5. Explanation of the robot motion	13
Gambar 2.6. Diagram of control structure	15
Gambar 2.7. <i>End effector arm robot dan end effector humanoid robot.</i>	15
Gambar 2.8. Show of wrist & End-Effector	17
Gambar 2.9. Experimental setup for performance test	19
Gambar 2.10. Robot manipulator dan kontrolernya	20
Gambar 2.11. Perangkat arduino Uno	22
Gambar 2.12. Foto IC L298	23
Gambar 3.1. Diagram alir metodologi penelitian	36
Gambar 4.1. Foto rancangan robot pengangkut sampah pada kanal sempit	38
Gambar 4.2. Rumah robot pengangkut sampah kanal sempit	39
Gambar 4.3. Rangka pengangkut sampah kanal sempit	40
Gambar 4.4. Jaring-jaring dan bilahan pipa pada rangka pengangkut sampah	41
Gambar 4.5. Motor penggerak robot pengangkut sampah	43
Gambar 4.6. Microcontroller Arduino Uno	44
Gambar 4.7. Water level sensor	45
Gambar 4.8. Diagram motor driver	46
Gambar 4.9. Foto robot pada proses pengambilan sampel data	47
Gambar 4.10. Tampilan program arduino uno pada layar komputer ..	49
Gambar 4.11. Grafik hubungan antara putaran motor dengan kecepatan motor	50
Gambar 4.12. Grafik hubungan antara putaran mesin dengan daya yang ditransmisikan	51

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Jadwal penelitian	31
Tabel 4.1. Perbandingan daya motor dengan daya yang ditransmisikan	52

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1: Gaya-Gaya pada Robot
- Lampiran 2: Gaya pada rangka pengangkut sampah
- Lampiran 3: Momen torsi pada ulir pemegang
- Lampiran 4: Torsi dan Daya Robot
- Lampiran 5: Tabel pengolahan data
- Lampiran 6: Program soft ware robot
- Lampiran 7: Proses Pengujian program pada Robot
- Lampiran 8: Proses Pembuatan rangka robot
- Lampiran 9: Pemasangan roda gigi
- Lampiran 10 : Proses pembuatan rangkaian mikrocontroller
- Lampiran 11 : Proses pengujian alat di lapangan

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah Swt atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan penyusunan tesis ini, salam dan shalawat senantiasa tercurah kepada Rasulullah Saw yang telah dianugerahkan Al Quran kepadanya sebagai kitab induk segala ilmu pengetahuan.

Proses penyusunan tesis ini baik berupa penyusunan proposal, pembuatan alat penelitian, pengujian alat, dan penyusunan hasil penelitian tentu melibatkan banyak pihak yang berkontribusi di dalamnya. Oleh karena itu kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua kami yang telah membantu baik moral maupun moril dalam penyusunan tesis ini semoga Allah Swt senantiasa menyehatkan mereka dan tetap dalam ketaatan kepada Allah Swt. Kepada istri kami tercinta yang telah mendorong dan mengingatkan kami akan waktu yang terbatas dalam penyusunan tesis ini, terima kasih semoga Allah Swt membalas jasa-jasa dinda terkasih, amiin.

Pada kesempatan ini juga kami mengucapkan terima kasih setinggi-tingginya kepada:

1. Rektor Universitas Hasanuddin selaku pembina dan pimpinan civitas Akademika Unhas
2. Dekan fakultas Teknik selaku penanggungjawab dilingkungan fakultas

Teknik Unhas

3. Ketua Program studi teknik Mesin Pasca sarjana Unhas yang senantiasa mengingatkan waktu dan mengarahkan kami dalam penyusunan tesis ini
4. Bapak Rafiuddin Syam, ST.,M.Eng.,Ph.D. selaku pembimbing satu yang senantiasa berkontribusi besar dalam penyusunan tesis ini, terima kasih banyak atas ilmu yang telah beliau berikan kepada kami. Semoga Allah Swt membalas jasa-jasa beliau dan ilmunya menjadi amal jariah di sisi-Nya. Amiin
5. Bapak (Alm) Dr. Ir. Abdul Hay Musin, MT selaku pembimbing kedua kami selama proses penyusunan proposal dan pembuatan alat. Semoga ilmu yang telah diajarkan kepada kami senantiasa menjadi penerang beliau di alam kubur dan diakherat kelak. Amiin.
6. Bapak Dr. Ir. Zulkifli Djafar, MT selaku penguji merangkap pembimbing kedua kami menggantikan alm. Bapak Abdul Hay Muhsin. Semoga ilmu dan bimbingan yang telah Bapak berikan bernilai ibadah di sisi Allah Swt. Amiin
7. Dewan penguji yaitu: Prof. Dr. Ir. Hammada Abbas, MSME, Prof. Dr. Ir. Onny Sutresman, MT dan Dr. Ir. Ahmad Yusran Aminy, MT yang senantiasa memberikan masukan dan arahan yang konstruktif dalam proses penyusunan tesis ini. Semoga apa yang telah Bapak-Bapak berikan bernilai ibadah di sisi-Nya. Amiin

8. Kepada teman-teman S-2 mesin: Ollink, Ruslan, Masriyadi, Tris, Lukman, Amir, Nikson dan lainnya yang tidak sempat kami sebutkan satu persatu yang senantiasa berbagi ilmu dan informasi selama proses perkuliahan di pasca Unhas
9. Kepada teman-teman di workshop fakultas teknik yang telah banyak membantu dalam pembuatan alat ini seperti Pak Firman, Dg Nai dan yang lainnya. Terima kasih atas segala bantuannya.
10. Civitas Akademik jurusan mesin dan fakultas teknik Unhas yang senantiasa melayani dengan setulus hati
11. Mahasiswa kami di kampus STT Nusantara Indonesia yang telah membantu dalam pembuatan alat ini, kepada bapak Edy, ST., Subhan, ST dan lainnya yang tidak sempat kami sebut satu persatu
12. Dan kepada seluruh pihak-pihak yang tidak sempat kami sebutkan satu persatu yang telah berkontribusi besar dalam penyusunan tesis ini.

Akhirnya, demi terciptanya karya ilmiah yang akurat dan teliti serta dapat memberi kontribusi terhadap elemen bangsa maka saran dan masukan dari segenap pemerhati dan pembaca sangat kami harapkan. Sekian dan terima kasih

Gowa, 07 Agustus 2018

Penyusun

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Abstrak	ii
Daftar Gambar	iv
Daftar Tabel	v
Daftar Lampiran	vi
Daftar Isi	ix
Bab I Pendahuluan	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	3
D. Batasan Masalah	3
E. Manfaat Penelitian	4
Bab II Landasan Teori	5
A. Definisi Robot	5
B. Jenis-Jenis Robotika	6
C. Komponen Utama Robot	8
D. Motor Shield untuk Arduino	22
E. Torsi Mesin	24
F. Daya Mesin/Motor (<i>Power</i>)	26
G. Kecepatan Motor	28
H. Daya yang Ditransmisikan	28
Bab III Metodologi Penelitian	30
A. Waktu dan Tempat Penelitian	30
B. Alat dan Bahan Penelitian	30
C. Prosedur Penelitian	32
D. Diagram Alir Penelitian	35
Bab IV Hasil dan Pembahasan	38

A. Hasil	38
B. Pembahasan	46
Bab V Penutup	57
A. Kesimpulan	57
B. Saran	57
Daftar Pustaka	58
Lampiran	

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Banjir merupakan fenomena alam yang biasa terjadi di suatu kawasan yang banyak dialiri oleh aliran sungai. Bencana banjir hampir setiap musim penghujan melanda Indonesia. Bencana banjir dapat menimbulkan beberapa kerugian bagi manusia, seperti rusaknya areal pemukiman penduduk, sulitnya mendapatkan air bersih, rusaknya sarana dan prasarana penduduk, timbulnya berbagai macam penyakit, dan sebagainya. Kejadian bencana banjir tersebut sangat dipengaruhi oleh faktor alam berupa curah hujan yang diatas normal dan adanya pasang naik air laut. Di samping itu, faktor ulah manusia juga berperan penting seperti penggunaan lahan yang tidak tepat (pemukiman di daerah bantaran sungai, di daerah resapan, penggundulan hutan, dan sebagainya), pembuangan sampah ke dalam sungai, pembangunan pemukiman di daerah dataran banjir dan sebagainya.

Salah satu penyebab terjadinya banjir adalah faktor sampah. Saat ini masih banyak masyarakat yang kurang memiliki kesadaran akan kebersihan lingkungan. Sering kali masyarakat membuang sampah ke sungai ataupun ke kanal. Hal tersebut menimbulkan terjadinya penumpukan sampah di kanal sehingga dapat menyebabkan aliran air menjadi tersumbat. Penyumbatan

tersebut lama-kelamaan akan menimbulkan banjir. Untuk mengatasinya dilakukan pengangkutan sampah dari sungai secara langsung.

Pengangkutan sampah yang biasanya dilakukan adalah dengan cara manual, yaitu dengan memungut atau mengambil langsung sampah pada kanal atau dengan menggunakan alat berat. Mengambil langsung sampah pada kanal memiliki resiko keselamatan diri dan kesehatan serta terbatas jumlah sampah yang dapat diambil. Sedangkan penggunaan alat berat dirasa tidak ekonomis. karena untuk membeli atau menyewa sebuah alat berat memerlukan biaya yang besar. Untuk mengatasinya diperlukan sebuah alat yang dapat mengangkut sampah secara otomatis.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dalam tugas akhir ini akan dibuat sebuah alat yang dapat mengangkut sampah dari kanal secara otomatis dengan menggunakan robot pengangkut sampah. Kelebihan dari alat ini adalah dapat mengangkut sampah secara otomatis dengan kapasitas pengangkutan yang lebih banyak. Setiap sampah yang menumpuk pada kanal akan dideteksi oleh sensor. Kemudian motor akan bekerja untuk mengangkut sampah ke atas dengan meletakkannya ke sebuah konveyor. kemudian konveyor itu akan membuang sampah ke dalam box sampah dalam hal ini mobil pengangkut sampah.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian yang terdapat dalam latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana model rancangan pengangkut sampah pada kanal sempit atau got?
2. Bagaimana prinsip kerja program arduino dalam mengoperasikan robot sampah?
3. Berapa beban sampah yang dapat terangkut oleh robot pengangkut sampah ini?.

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dalam pelaksanaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk merancang sebuah model pengangkut sampah pada kanal sempit atau got
2. Untuk mengetahui prinsip kerja program arduino dalam mengoperasikan robot pengangkut sampah
3. Untuk mengetahui massa sampah yang dapat terangkut oleh robot ini.

D. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini perlu diberikan batasan masalah untuk mempermudah pemecahan masalahnya, yaitu :

1. Kendali robot yang digunakan adalah mikrokontroler berbasis arduino
2. Robot menggunakan motor DC
3. Sensor yang digunakan adalah sensor air
4. Sampah dibatasi pada sampah kanal yang terapung pada permukaan air
5. Kanal yang dimaksud di sini adalah semisal got

E. Manfaat Penelitian

1. Bagi mahasiswa

- a. Dapat menemukan cara yang efektif dalam hal mengangkut sampah terapung pada kanal.
- b. Untuk manfaat yang lebih luas dari penulisan ini adalah dapat menambah wawasan dan pengetahuan mahasiswa terutama dalam bidang kendali mikrocontroller.

2. Bagi masyarakat

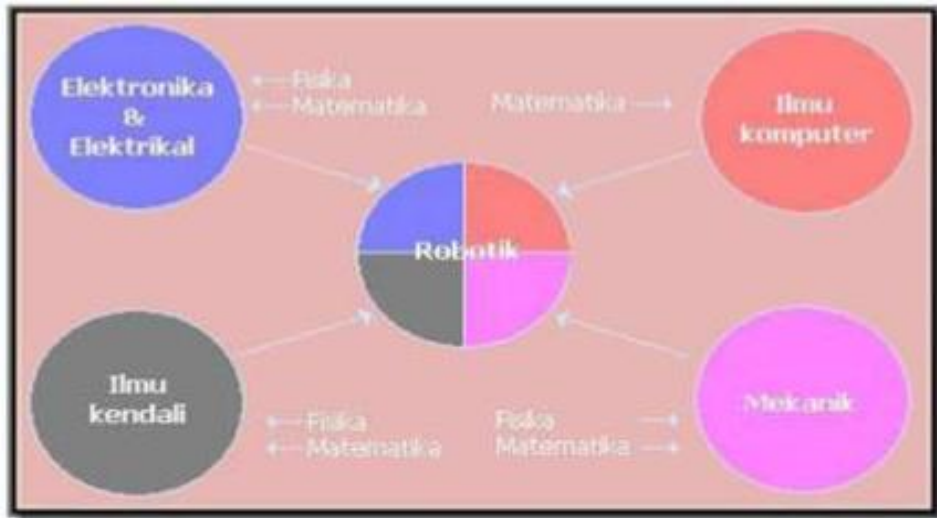
Penggunaan alat pengangkut sampah ini diharapkan dapat mengurangi permasalahan sampah yang sering menyumbat laju aliran air pada kanal yang dapat menyebabkan terjadinya banjir. Selain itu, alat ini diharapkan mampu mengurangi dampak pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh penumpukan sampah di kanal.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Definisi Robot

Kata Robot berasal dari bahasa Czech “ROBOTA” yang artinya pekerja budak. Istilah robot dikenalkan oleh Karel Capek pada tahun 1921. Penggunaan kata ROBOT dikenalkan oleh Capek dengan menjadikannya kata itu nama perusahaannya, Rossum Universal Robot (RUR) pada bulan Januari 1921. Perbedaan mendasar dari Mekatronika dan Robotika adalah dari derajat kebebasan gerakannya. Derajat Kebebasan atau DOF (Degree of Freedom) dari peralatan/mesin yang didefinisikan sebagai mekatronika maksimal 2. Sedangkan DOF untuk peralatan/mesin yang didefinisikan sebagai robot haruslah mempunyai lebih dari 2 DOF. Dari berbagai literatur robot dapat didefinisikan sebagai sebuah alat mekanik yang dapat diprogram berdasarkan informasi dari lingkungan (melalui sensor) sehingga dapat melaksanakan beberapa tugas tertentu baik secara otomatis ataupun tidak sesuai program yang di inputkan berdasarkan logika. Berikut ini merupakan skema dari dasar-dasar robotika:



Gambar 2.1 skema dasar-dasar robotika

B. Jenis-Jenis Robotika

Jenis-jenis robot dapat dibedakan sebagai berikut:

1. Berdasarkan bentuknya, robot dibagi menjadi:

a. *Turtle robot*

Bentuk robot ini mirip rumah kura – kura

b. *Vehicle robot*

Bentuk robot ini seperti mobil yang mampu diprogram

c. *Rover robot*

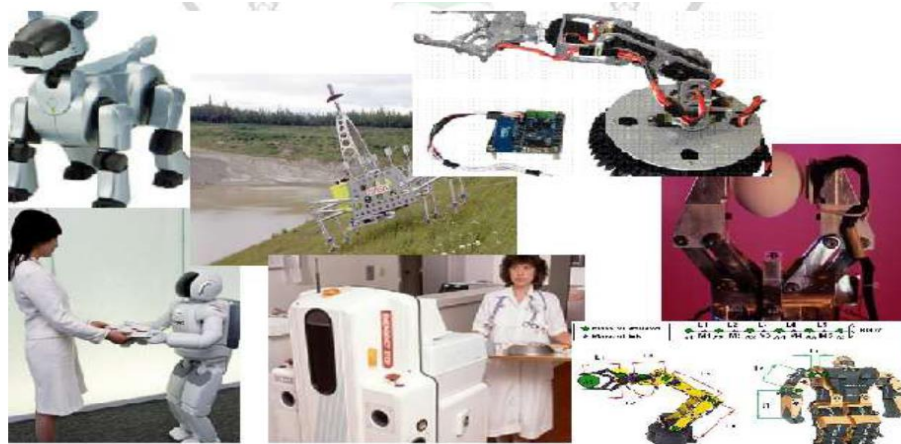
Bentuk robot ini dibuat untuk keperluan menjelajah seperti penjelajah planet MARS (robot sprit milik NASA)

d. *Walker robot*

Bentuk robot ini seperti serangga dan dilengkapi dengan empat kaki atau lebih.

e. *Arm robot*

Bentuk robot ini seperti lengan yang biasa digunakan untuk mengambil dan memindahkan barang



Gambar 2.2 beberapa gambar contoh robot

f. *Android robot*

Bentuk robot ini didesain menyerupai manusia dilengkapi dengan berbagai sensor.

2. Berdasarkan proses kendalinya, robot dibagi menjadi:

a. Robot Otomatis (*automatic robot*)

Robot otomatis dapat bergerak sendiri berdasarkan perintah-perintah yang ditulis dalam program pengendalinya. Robot jenis ini dapat mengetahui kondisi lingkungan di sekitarnya karena dilengkapi dengan alat sensor.

b. Robot Teleoperasi (*teleoperated robot*)

Robot jenis ini bergerak berdasarkan perintah-perintah yang dikirimkan secara manual, baik tanpa kabel atau dengan kabel.

C. Komponen Utama Robot

Menurut Lewis (1993), Robot pada awalnya diciptakan untuk menggantikan kerja manusia untuk sesuatu yang berulang, membutuhkan ketepatan yang tinggi dan juga untuk menggantikan manusia bila harus berhubungan dengan daerah berbahaya. Penggunaan robot lebih banyak terdapat pada industri, misalnya untuk proses *welding* pada industri otomotif. Selain pada industri, penggunaan robot semakin berkembang luas pada semua bidang. Seiring berkembangnya teknologi, berbagai robot dibuat dengan spesialisasi atau keistimewaan tertentu. Robot dengan keistimewaan tertentu sangat erat kaitannya dengan pemenuhan kebutuhan dalam dunia industri modern, dimana industri modern menuntut adanya suatu alat dengan kemampuan tinggi yang dapat membantu menyelesaikan pekerjaan manusia ataupun menyelesaikan pekerjaan yang tidak mampu diselesaikan manusia..Tidak semua robot memiliki jumlah dan jenis komponen yang sama. Jenis dan jumlah komponen utama robot sangat tergantung pada jenis tugas apa yang akan dilakukan. Untuk jenis robot pengangkut sampah yang akan direncanakan memiliki beberapa komponen konfigurasi utama yang

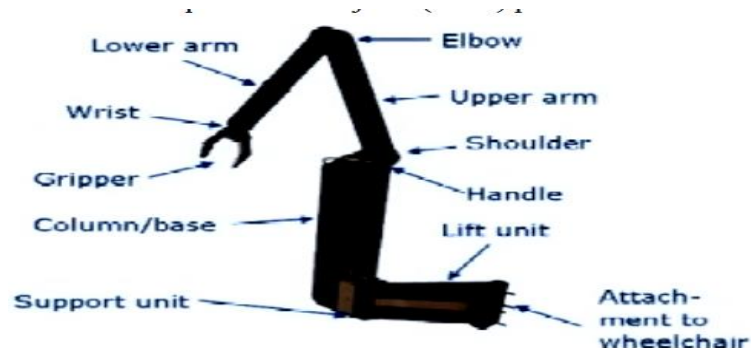
dibutuhkan, di antaranya :

1. Manipulator

Manipulator merupakan sistem mekanik yang menunjukkan pergerakan dari robot. Sistem mekanik ini terdiri dari susunan link (rangka) dan joint (sendi) yang mampu menghasilkan gerakan yang terkontrol, sebagai rangkaian umpan balik terbuka maupun rangkaian umpan balik tertutup yang dihubungkan dengan sendi-sendi dan dapat melakukan gerakan-gerakan secara bebas. Beberapa istilah dalam manipulator robot yaitu:

- a. Joint(Sendi) yaitu koneksi antar link yang dapat menentukan pergerakan.

Pada gambar 2.3 merupakan contoh joint (sendi) pada robot



Gambar 2.3: join atau sendi pada robot

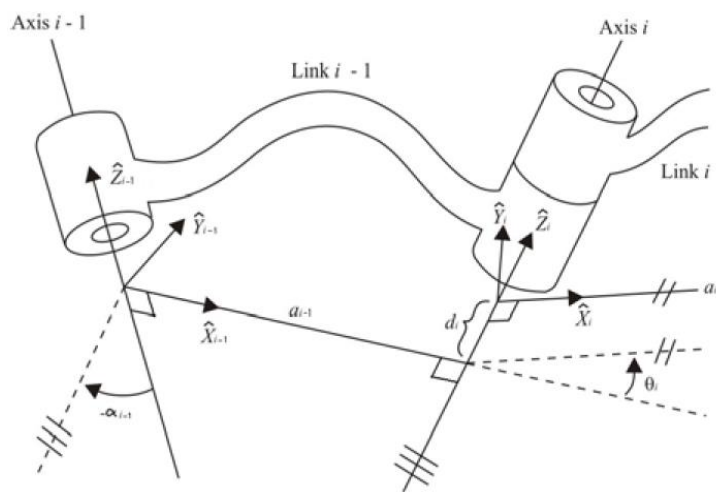
- b. Link merupakan bagian-bagian kerangka yang kaku yang dihubungkan secara bersamaan sehingga membentuk suatu rangkaian kinematik

Bagian dasar manipulator terpasang secara permanen pada lantai area kerja ataupun terpasang pada rel. Rel berfungsi sebagai *path* atau alur sehingga memungkinkan robot untuk bergerak dari satu lokasi ke lokasi

lainnya dalam satu area kerja. Bagian tambahan merupakan perluasan dari bagian dasar, bisa disebut juga lengan atau *arm*. Bagian ujungnya terpasang pada *end effektor* yang berfungsi untuk mengambil atau mencekam material. Manipulator digerakkan oleh aktuator atau disebut sistem *drive* yang menyebabkan gerakan yang bervariasi dari manipulator.

3. Notasi Denavit Hartenberg

Untuk membentuk persamaan lengan robot berjenis *articulated robot*, digunakan notasi Denavit-Hartenberg. Notasi ini mendeskripsikan parameter hubungan antara satu sendi/lengan dengan sendi/lengan lainnya. Notasi ini terdiri atas 4 parameter yaitu a_i , α_i , d_i , dan θ_i dan dituliskan pada sumbu XYZ. Gambar berikut memperlihatkan posisi notasi tersebut:



Gambar 2.4: notasi Denavit Hartenberg

a_i = jarak dari Z_i ke Z_{i+1} diukur sepanjang X_i

α_i = sudut antara Z_i ke Z_{i+1} diukur seputar X_i

d_i = jarak dari X_{i-1} ke X_i diukur sepanjang Z_i

θ_i = sudut antara X_{i-1} ke X_i diukur seputar Z_i

Dengan notasi tersebut posisi sebuah sendi yang terdapat pada ujung akhir sebuah lengan dapat dihitung berdasarkan posisi sending ujung awal lengan, sudut sendi, dan panjang lengan. Karena sebuah sendi menghubungkan antara sebuah lengan dengan lainnya maka posisi *end effector* yang pada simulator ini dimodelkan dengan sebuah gripper yang dapat dihitung. (Balza Ahmad, 2008)

3. Mobile Robot

Pada saat ini, telah ada sistem yang mampu mengontrol gerak robot pada area tidak teratur atau banyak rintangan (Mester, G, 2009). Dalam hal ini ada banyak temuan dan aplikasi dalam hal ini yang mampu mengontrol robot tersebut. Misalnya, NASA adalah menggunakan mobile robot untuk mengeksplorasi permukaan Mars (Seraji, H.; Howard, A. and Tunstel, E, 2001). Area yang tidak teratur mungkin memiliki beberapa rintangan. Untuk alasan ini, roda mobile robot harus mampu mendeteksi lingkungan atau area. Untuk ini, sensor ultrasonik dan sistem stereovision harus berada di dalam mobile robot untuk memberikan kontrol. Pada tahap mekanisme pergerakan robot, perangkat sensor memungkinkan pengembangan strategi

kontrol untuk menyelesaikannya ketika robot harus berurusan dengan masalah yang kompleks. Ketika robot bergerak menuju target dan mendeteksi ada hambatan atau kemiringan, perlu cara untuk menghindarinya. Untuk proses yang efektif dari robot cerdas, robot dilengkapi dengan sistem pengenalan area dan sistem untuk menganalisis situasi, membuat keputusan, dan melakukan perencanaan gerak (Xu, W.L.; Tso, S.K. and Fung, Y.H, 1998).

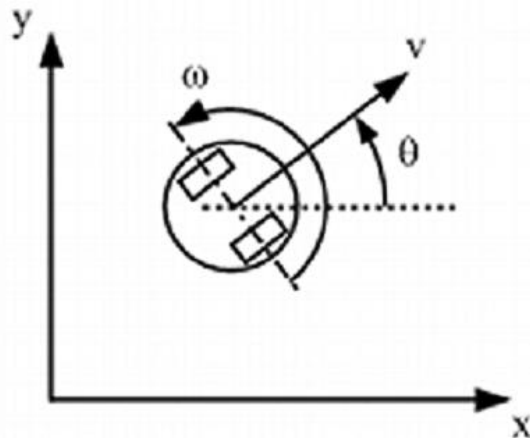
Mobile robot memiliki dua roda penggerak tetap. Dua roda tetap dikendalikan secara independen oleh motor. Robot pada dasarnya memiliki sensor ultrasonik di depan untuk ke kanan dan ke kiri kendaraan (Mester, G, 2009). Sensor pada roda berfungsi mengendalikan kecepatan dan proses saat balik. Sensor menyediakan data jarak kemungkinan hambatan dalam jarak dekat. Gerak yang dihasilkan digambarkan oleh kecepatan linear $v(t)$, arah $q(t)$ dan rotasi gerak (rotasi kecepatan) $w(t)$.

Model kinematika untuk mobile robot beroda; mempunyai dua model yang identik mobile robot. Tidak ada unit transisi antara roda dan permukaan rel atau pijakan. Dalam hal ini hanya dibutuhkan gesekan rotasi antara roda dan permukaan rel atau pijakan. Sehingga roda bisa berputar tanpa gangguan. Misalkan robot bergerak pada bidang dengan kecepatan linier dinyatakan dalam persamaan lokal $v = [V_x, V_y, 0]^T$ dan berputar dengan sudut vektor kecepatan $\omega = [0 \ 0 \ \omega]^T$.

Jika $q = [XY \ \theta]^T$ adalah vektor yang menggambarkan koordinat umum robot (yaitu, Posisi COM, X,Y dan orientasi θ dari koordinat persamaan lokal seperti pada kerangka inersia). Konfigurasi mobile robot secara umum didefinisikan dengan lima variabel, yaitu:

$$q = [x, y, \theta, \varphi_r, \varphi_l]^T \quad (1)$$

di mana θ adalah sudut orientasi mobile robot, x dan y adalah dua koordinat, $\varphi_r(t)$ dan $\varphi_l(t)$ sudut rotasi kanan dan kiri roda penggerak depan(Chatila, R. et al, 1996). Gerak ini ditunjukkan pada Gambar 2.5 berikut:



Gambar 2.5. Explanation of the robot motion

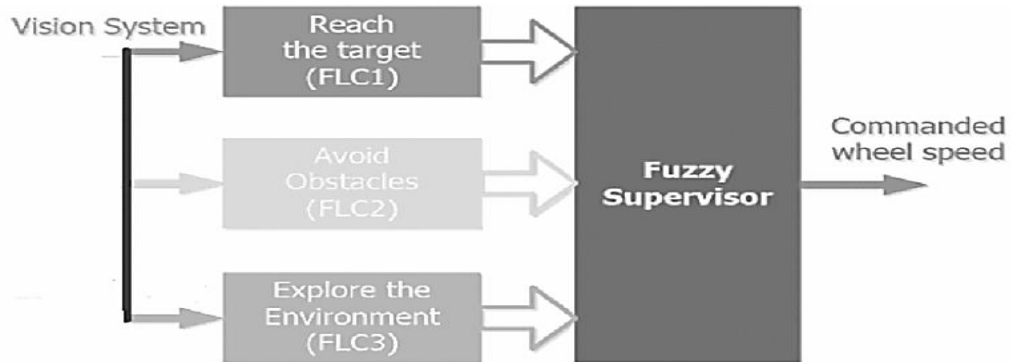
Strategi pengendalian untuk gerakan robot mobile dapat dilakukan dengan beberapa cara, salah satunya dengan control Fuzzy. Kontrol Fuzzy dapat diterapkan pada navigasi mobile robot di lingkungan yang tidak memiliki banyak rintangan. Skema kontrol dapat digambarkan sebagai hukum kontrol loop terbuka, di mana variabel input yang sebelumnya didefinisikan

dan tersedia di bawah format vektor yang berisi nilai kontrol diskrit-waktu konstan. Nilai-nilai ini digunakan untuk perintah tersendiri pada kecepatan roda. Hukum kontrol ini dapat mengakibatkan perintah robot pada hambatan fisik robot. Oleh karena itu, pengontrolan masih harus menyelesaikan masalah hambatan dan ruang kerja untuk menghindari batas ruang kerja. Robot harus mengubah lintasan ketika masuk ke hambatan fisik atau batas ruang kerja. Ketika sensor mendeteksi perkiraan kedalaman hambatan robot, ia mengubah arah gerakan mengikuti strategi yang telah diarahkan (Aguilar, L.E.; Hamel, T. and Soueres, P, 1997).

Kontroler Fuzzy logic adalah merupakan salah satu strategi yang digunakan dalam navigasi mobile robot. Pendekatan tersebut adalah untuk membentuk satu set rule fuzzy dari satu set lintasan yang disediakan dalam menemukan target. Pada awalnya, ada dua perilaku sederhana:

- mencapai target, dan
- menghindari rintangan.

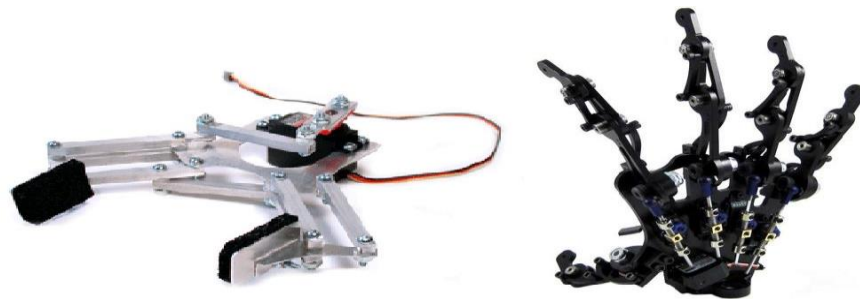
Perilaku mencapai sasaran atau target serta perilaku menghindari rintangan tergantung pada visi informasi dan merupakan tugas utama untuk mobile robot (Artus, G.; Morin, P. and Samson, C, 2004). Struktur kontrol ditunjukkan pada Gambar 2.6 berikut:



Gambar 2.6. Diagram of control structure.

4. Ujung (*End Effector*)

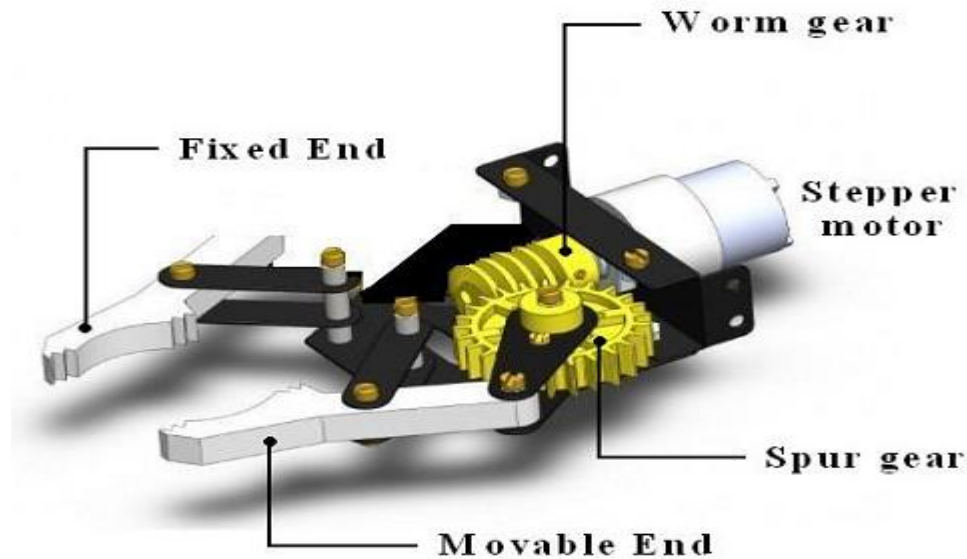
End effector berfungsi sebagai bagian terakhir yang menghubungkan antara manipulator dengan objek yang akan dijadikan kerja dari robot. *End effector* jika disamakan dengan manusia seperti jari-jari tangan yang dapat digerakkan untuk memindah atau mengangkat material ataupun peralatan yang dapat digunakan untuk mengelas, mengecat, menempa, mengisi botol dan lain-lain sesuai dengan kebutuhan. Bentuk efektor banyak memiliki banyak jenis, salah satunya adalah *gripper*. Gambar 2.8 menunjukkan *end effector* pada *arm robot* dan *humanoid robot*.



Gambar 2.7 *End effector arm robot* dan *end effector humanoid robot*

Sebagian besar robot *End-effector* ini mencapai mekanisme yang dilakukan oleh penjepitan perangkat dan tidak dapat bekerja secara efektif dalam ruang-ruang operasi kecil karena ukurannya agak besar. Sebagai contoh, end efektor robot digunakan dalam bedah invasif minimal hanya dapat menjepit satu objek pada satu waktu dan tidak berlaku untuk menjepit terus menerus dari objek yang halus bermata. Selain itu, setelah operasi dari daerah seperti kandung empedu, ovarium, limpa, usus buntu dan tumor, dokter harus menghapus jaringan patologis dari rongga perut pasien dan menjaga ujungnya secara lengkap sebanyak mungkin pada saat yang sama. Kadang-kadang untuk mendapatkan diagnosis yang akurat dari penyakit, sampling lengkap cairan jaringan juga diperlukan untuk lebih lanjut sesuai warna yang efektif dengan tes slice (Paolo D, Eugenio G, 1996).

Dalam robotika, end-effector adalah perangkat akhir di lengan robot, yang dirancang untuk berinteraksi dengan lingkungan. Gripper adalah end-effector atau alat untuk memahami setiap hal fisik yang mungkin seperti tangan manusia atau instrumen apapun. Sebuah motor DC adalah digunakan memacu menggunakan gigi dan pengaturan poros ulir. Gripper dapat melakukan fungsi dasar memilih, memegang dan menggenggam benda berbentuk tidak teratur. End-effector dapat digunakan membuat prototipe lengan robot dengan gripper dan end-effector untuk pengelasan titik. (Puran Singh, 2013).



Gambar 2.8 Show of wrist & End-Effector

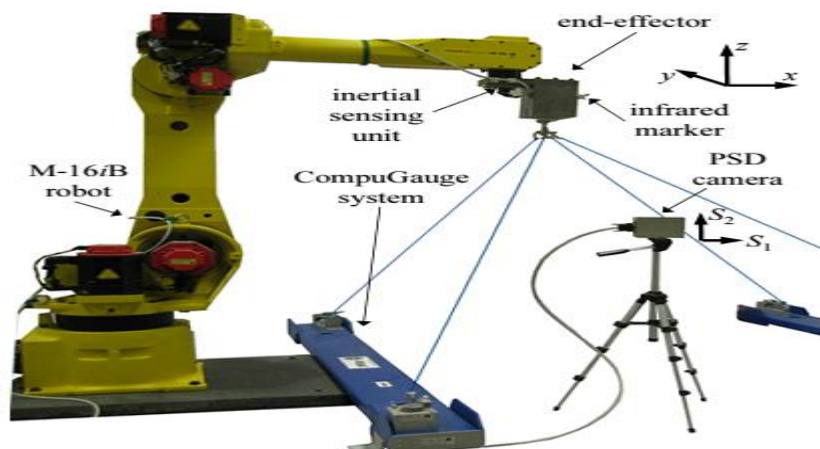
Keterangan:

- Sebuah gigi memacu meshing dengan worm gear.
- motor stepper 9 V.
- Dua akhir efektor dari mana yang tetap dan lain adalah bergerak.

Dalam banyak aplikasi robot industri, tujuan utama adalah untuk mengontrol end-effector untuk melacak lintasan yang diinginkan atau pindah ke posisi target yang cepat dan akurat. Informasi yang akurat dari posisi end-effector dan kecepatan adalah penting untuk mencapai tujuan ini. Sendi robot khas industri didorong oleh motor dengan gigi reduksi, dan dilengkapi dengan encoder sisi motor saja. Estimasi akurat dari posisi end-effector dan kecepatan demikian sulit karena fleksibilitas, gesekan, dan reaksi di

mekanisme roda gigi. Untuk mengatasi kesulitan ini, ide mengadopsi sensor end-effector telah disarankan secara khusus, kemampuan mengukur end-effector posisi langsung tanpa kontak fisik yang diinginkan. Selain itu, penerapan sensor inersia pada end-effector penginderaan dapat memberikan pengukuran tambahan untuk mencapai estimasi kecepatan yang baik (S. Jeon, 2009).

Fitur yang diinginkan untuk posisi penginderaan end-effector yang non-kontak dan langsung. Non-kontak tidak mencakup fisik hubungi antara target dan sensor yang dapat jalin dengan benda kerja dan alat selama operasi robot yang sebenarnya. Langsung berarti informasi posisi target harus diperoleh langsung bukannya disimpulkan berdasarkan model robot.



Gambar 2.9. Experimental setup for performance test

4. Pengendali (Controller)

Robotika mencakup berbagai topik, termasuk mengubah geometrik,

teori kontrol, sistem operasi real time, motor DC dan stepper, dan pemrosesan sinyal digital dan lain-lain. Sebuah robot adalah, dirancang dengan manipulator multifungsi yang dapat diprogram ulang untuk memindahkan material, komponen, peralatan, atau perangkat khusus melalui berbagai gerakan diprogram untuk kinerja berbagai tugas. Robot dapat diklasifikasikan menurut metode kontrol jalur yang dilalui, desain struktural, atau tingkat teknologi. Dua jenis kontrol utama yaitu servo dan non-servo. Cara jalan robot dapat berupa titik ke titik atau berkesinambungan. Volume ruang kerja dari robot adalah persegi panjang, silinder, bola, atau sambungan bola. Robot juga dapat diklasifikasikan berdasarkan kecanggihan kontrol end-effector berupa rendah, menengah, atau tinggi. Gripper ini mirip dengan tangan manusia seperti tangan menggenggam merupakan alat untuk melakukan kerja gripper menggenggam dan mengamankan robot bekerja sepotong sementara operasi sedang dilakukan. [P.S.Ramaiah, 2011)

Kontroler merupakan jantung dari sistem robot sehingga keberadaannya sangat penting. Kontroler menyimpan informasi yang berkaitan dengan data-data robot, dalam hal ini data gerakan robot yang telah diprogram sebelumnya. Gambar 2.10 memberikan gambaran sebuah kontroler dan manipulator robot.



Gambar 2.10. Robot manipulator dan kontrolernya

Kontroler berfungsi untuk mengontrol pergerakan dan manipulator robot. Kontroler sendiri diatur oleh sebuah informasi atau program yang diisikan dengan menggunakan bahasa pemrograman tertentu. Informasi tersebut kemudian disimpan di dalam memori. Dahulu kontroler dibuat dari drum mekanik yang bekerja *step by step* secara sequential dan sangat sederhana. Dimasa sekarang salah satu jenis kontroler menggunakan PLC (*programmable logic control*) yang dapat bekerja dengan pergerakan yang sangat kompleks dari sistem robot.

Salah satu jenis kontroler yang banyak digunakan dalam model *arm* robot adalah mikrokontroler arduino uno. Arduino uno merupakan *platform* yang terdiri dari *software* dan *hardware*. Pada umumnya *hardware* arduino sama dengan mikrokontroler.

Papan mikrokontroler Arduino dengan sensor ultrasonik sebagai metode yang akurat dan anonim untuk mengukur jarak. Mikrokontroler

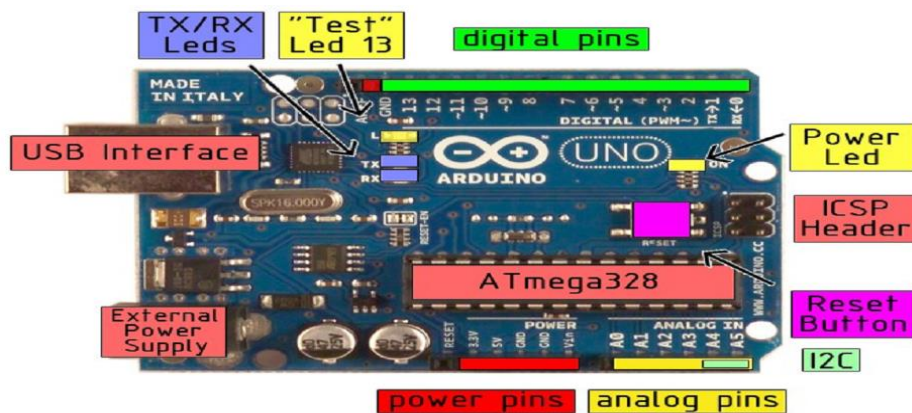
Arduino tersebut, seperti yang diusulkan, berhasil mencatat waktu di lokasi tertentu dalam kisaran yang telah ditentukan dari 2 cm hingga 3 m bersama dengan tanggal, dan toko-toko setiap kejadian pada kartu micro SD. Data yang disimpan di kartu micro SD kemudian ditransfer ke komputer untuk interpretasi. Eksperimen lebih lanjut sedang dilakukan dan direncanakan untuk sensor ultrasonik (lihat Gambar 2.9). (Thien-Bach Huynh, 2012).

Papan mikrokontroler Arduino ukurannya luas untuk berbagai jenis sensor yang dapat menghasilkan sejumlah modifikasi untuk mengukur data lainnya. Hal ini disesuaikan dengan sensor lainnya yang berkisar dari lampu LED rekaman suhu sensor. Desain modular membuat instrumentasi Arduino kecil dan kompak untuk berbagai macam implementasi. Sebuah penggunaan praktis dari Arduino mikrokontroler dapat digambarkan dengan contoh. Dalam percobaan untuk mempelajari proxemics manusia / interaksi robot, tujuannya adalah untuk mengukur jarak antara peserta dan robot otonom sosial ketika mereka melewati sama lain di koridor (Pacchierotti, E, 2005)

Meskipun robot dilakukan terintegrasi sensor untuk mendeteksi objek dan menghindari tabrakan, hal tersebut tidak mampu merekam menemukan waktu dalam jarak yang telah ditetapkan untuk masing-masing peserta. Pemantauan video ini digunakan untuk mengevaluasi jarak antara peserta dan robot yang membatasi penyebaran ke lokasi tertentu dan pengungkapan yang pengamatan diperlukan, yang dapat membuat bias peserta. Bias ini,

sering disebut sebagai "*Hawthorne Effect*," menyediakan bukti bahwa peserta memonitor dan mengubah perilaku mereka ketika mereka memiliki pengetahuan yang diamati (Merrett, F, 2006).

Dalam contoh ini, penyebaran mikrokontroler Arduino pada robot bisa memberikan data anonim relevan dengan tujuan peneliti tanpa pengamatan langsung dalam berbagai pengaturan alam



Gambar 2.11 Perangkat arduino Uno

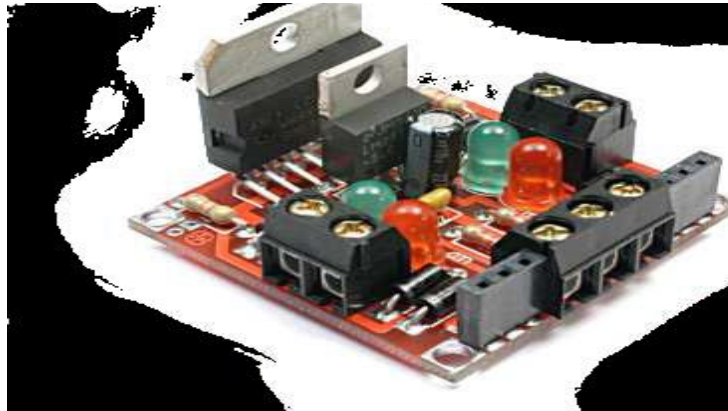
Software arduino merupakan *software open source* sehingga dapat di *download* secara gratis. *Software* ini digunakan untuk membuat dan memasukkan program ke dalam arduino.

D. Motor Shield untuk Arduino

Seiring dengan perkembangan dunia elektronika (terutama ketika produk Arduino makin terkenal), *motor shield* untuk Arduino dari berbagai produsen telah tersedia banyak dipasaran. Bagi kita yang tidak ingin

direpotkan dengan membuat rangkaian elektronika, kita dapat membeli salah satu *shield* dengan harga yang terjangkau.

Salah satu *motor shield* yang sering digunakan adalah IC **L298N** dengan kontrol tegangan sebesar 5 Volt dari Arduino. Tegangan untuk suplai ke motor antara 4,8 sampai 35 Volt. Walaupun terdapat pemilihan sumber tegangan, namun sangat disarankan untuk menggunakan sumber tegangan dari luar dan jangan mengambil sumber tegangan dari papan Arduino kita. Dengan menggunakan IC L298N, masing-masing kanal dapat dialiri arus sampai maksimal 2 Ampere. Driver jenis ini memiliki dua kanal, yang berarti dapat digunakan untuk menggerakkan dua jenis motor DC sekaligus. Produk ini kompatibel dengan Arduino Uno dan Mega.



Gambar 2.12. Foto IC L298

E. Torsi Mesin

Torsi adalah ukuran kemampuan mesin untuk melakukan kerja, jadi torsi adalah suatu energi. Besaran torsi adalah besaran turunan yang biasa digunakan untuk menghitung energi yang dihasilkan dari benda yang berputar pada porosnya. Adapun perumusan dari torsi adalah sebagai berikut. Apabila suatu benda berputar dan mempunyai besar gaya sentrifugal sebesar F , benda berputar pada porosnya dengan jari-jari sebesar b , dengan data tersebut torsinya adalah:

$$T = F \times d \text{ (N.m)} \dots\dots\dots 2.1$$

dimana:

T =Torsi benda berputar (N.m)

F = adalah gaya sentrifugal dari benda yang berputar (N)

d = adalah jarak benda ke pusat rotasi (m)

Karena adanya torsi inilah yang menyebabkan benda berputar terhadap porosnya, dan benda akan berhenti apabila ada usaha melawan torsi dengan besar sama dengan arah yang berlawanan.

Pada motor bakar untuk mengetahui daya poros harus diketahui dulu torsinya. Pengukuran torsi pada poros motor bakar menggunakan alat yang dinamakan Dinamometer. Prinsip kerja dari alat ini adalah dengan memberi beban yang berlawanan terhadap arah putaran sampai putaran mendekati 0

rpm, Beban ini nilainya adalah sama dengan torsi poros. Pengukuran torsi pada poros (rotor) dengan prinsip pengereman dengan stator yang dikenai beban sebesar w . Mesin dinyalakan kemudian pada poros disambungkan dengan dinamometer. Untuk mengukur torsi mesin pada poros mesin diberi rem yang disambungkan dengan w pengereman atau pembebanan. Pembebanan diteruskan sampai poros mesin hampir berhenti berputar. Beban maksimum yang terbaca adalah gaya pengereman yang besarnya sama dengan gaya putar poros mesin F . Dari definisi disebutkan bahwa perkalian antara gaya dengan jaraknya adalah sebuah torsi, dengan definisi tersebut Torsi pada poros dapat diketahui dengan rumus:

$T = w \times d$ (Nm).....2.2

dengan :

T = adalah torsi mesin (Nm)

w = adalah beban (N)

d = adalah jarak pembebanan dengan pusat perputaran (m)

Pada mesin sebenarnya pembebanan adalah komponen-komponen mesin sendiri yaitu aksesoris mesin (pompa air, pompa pelumas, kipas radiator), generator listrik (pengisian aki, listrik penerangan, penyalan busi), gesekan mesin dan komponen lainnya.

Dari perhitungan torsi diatas dapat diketahui jumlah energi yang dihasilkan mesin pada poros. Jumlah energi yang dihasilkan mesin setiap

waktunya adalah yang disebut dengan daya mesin. Kalau energi yang diukur pada poros mesin dayanya disebut daya poros.

F. Daya Mesin/Motor (*Power*)

Daya Mesin atau *Power* dihitung dengan satuan Kw (Kilo watts) atau Horse Power (HP) mempunyai hubungan erat dengan torque. Power dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Power} = \text{Torque} \times \text{Angular speed.}$$

Rumus di atas adalah rumus dasarnya, pada *engine* maka rumusnya menjadi

$$\text{Power} = T \times 2\pi \times n \text{ (RPM)} \dots\dots\dots 2.3$$

Di mana:

T =Torsi

n= Putaran Mesin

Untuk mengukur Power (KW) adalah sebagai berikut:

$$\text{P(kW)} = T \text{ (Nm)} \times 2\pi \times n \text{ (RPM)} / 6000 \dots\dots\dots 2.4$$

dimana:

P adalah Power atau Daya

6000 dapat diartikan adalah 1 menit = 60 detik, dan untuk mendapatkan

kw = 1000 watt.

sedangkan untuk mengukur Power (HP) adalah sebagai berikut:

$$\text{P (HP)} = T \text{ (lbs. ft)} \times n \text{ (RPM)} / 5252 \dots\dots\dots 2.4$$

Pada motor bakar, daya dihasilkan dari proses pembakaran didalam silinder dan biasanya disebut dengan daya indikator. Daya tersebut dikenakan pada torak yang bekerja bolak balik didalam silinder mesin. Jadi didalam silinder mesin, terjadi perubahan energi dari energi kimia bahan bakar dengan proses pembakaran menjadi energi mekanik pada torak. Daya indikator adalah merupakan sumber tenaga persatuan waktu operasi mesin untuk mengatasi semua beban mesin.

Komponen-komponen mesin juga merupakan beban yang harus di atasi daya indikator. Sebagai contoh pompa air untuk sistim pendingin, pompa pelumas untuk sistem pelumasan, kipas radiator, dan lain lain, komponen ini biasa disebut asesoris mesin. Asesoris ini dianggap parasit bagi mesin karena mengambil daya dari daya indikator. Disamping komponen-komponen mesin yang menjadi beban, kerugian karena gesekan antar komponen pada mesin juga merupakan parasit bagi mesin, dengan alasan yang sama dengan asesoris mesin yaitu mengambil daya indikator. Seperti pada gambar diatas terlihat bahwa daya untuk meggerakan asesoris dan untuk mengatsi gesekan adalah 5% bagian. Untuk lebih mudah pemahaman dibawah ini dalah perumusan dari masing masing daya. Satuan daya menggunakan HP (hourse power)

$N_e = N_i - (N_a + N_g)$2.5

dengan

N_e = adalah daya efektif atau daya poros (HP)

N_i = adalah daya indikator (HP)

N_g = adalah kerugian daya gesek (HP)

N_a = adalah kerugian daya asesoris (HP)

G. Kecepatan Motor

Untuk menentukan kecepatan motor maka digunakan persamaan berikut:

$$v = \frac{\pi d n}{60 \times 1000} \dots\dots\dots 2.6$$

Dimana:

v adalah kecepatan dalam m/s

d adalah diameter motor dalam mm

n adalah putaran motor dalam rpm

H. Daya yang Ditransmisikan

Untuk menghitung daya yang ditransmisikan dari motor ke sistem dapat menggunakan persamaan berikut:

$$P = \frac{F v}{102} \dots\dots\dots 2.7$$

Dimana:

P adalah Daya dalam KW

F adalah gaya sentri fugel dalam N

V adalah kecepatan dalam m/s

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dimulai pada bulan April 2017, di Laboratorium Teknologi Mekanik Universitas Hasanuddin Makassar, dan Laboratorium Terpadu Sekolah Tinggi Teknologi Nusantara Indonesia.

B. Alat dan Bahan

Alat yang dibutuhkan sebagai berikut:

- | | |
|-------------------------------------|-----------------------|
| i. Laptop | xii. Kuas |
| ii. Micro controller Arduino Uno | xiii. Sekop |
| iii. Pensil | xiv. Gerobak |
| iv. Mesin las | xv. Sendok semen |
| v. gerinda | xvi. Terminal/colokan |
| vi. Bor listrik | xvii. Selang air |
| vii. Obeng | xviii. Gergaji besi |
| viii. Tang potong dan tang penjepit | |
| ix. Meteran | |
| x. Papan projek board | |
| xi. Adaptor atau AKI | |

Adapun bahan yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

1. Resistor
2. Kapasitor
3. Kabel penghubung
4. IC L298
5. Besi siku
6. Besi ulir
7. Roda gigi sepeda dan dudukannya
8. Roda gigi biasa
9. Rantai sepeda
10. Rantai biasa
11. Bearing
12. Karet talang air
13. Baut
14. Plat aluminium
15. Kawat jaring
16. Roda
17. Water level sensor
18. Power window
19. Motor listrik
20. Talang air
21. Pipa
22. Jaring-jaring

C. Prosedur Penelitian

Agar penelitian ini lebih terarah maka dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Studi literatur

Mencari dan mengumpulkan referensi serta dasar teori yang diambil dari berbagai artikel, jurnal dan buku penunjang untuk mendukung pembuatan unit kontrol dan mekanisme penggerak robot pengangkut sampah. Metode ini dimaksudkan untuk memperoleh suatu rancangan sistem yang baik dari segi ekonomi maupun kualitas.

2. Tahap Pembuatan Alat

- a. Menyiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan
- b. Membuat rumah robot dengan memotong besi siku dengan dimensi 40 cm dan 50 cm masing-masing 4 batang kemudian menyambung ujung-ujungnya dengan mesin las agar terbentuk model kubus
- c. Menyiapkan tumpuan robot dengan roda, roda dipasang pada bagian depan dan belakang agar mudah digerakkan dan memudahkan control pergerakan dari robot
- d. Membuat rangka pengangkut sampah dari besi holo dengan dimensi 120 cm x 40 cm
- e. Agar pengangkut sampah dapat bergerak dengan mudah maka pada kedua ujung pipa stand conveyer dipasang bearing

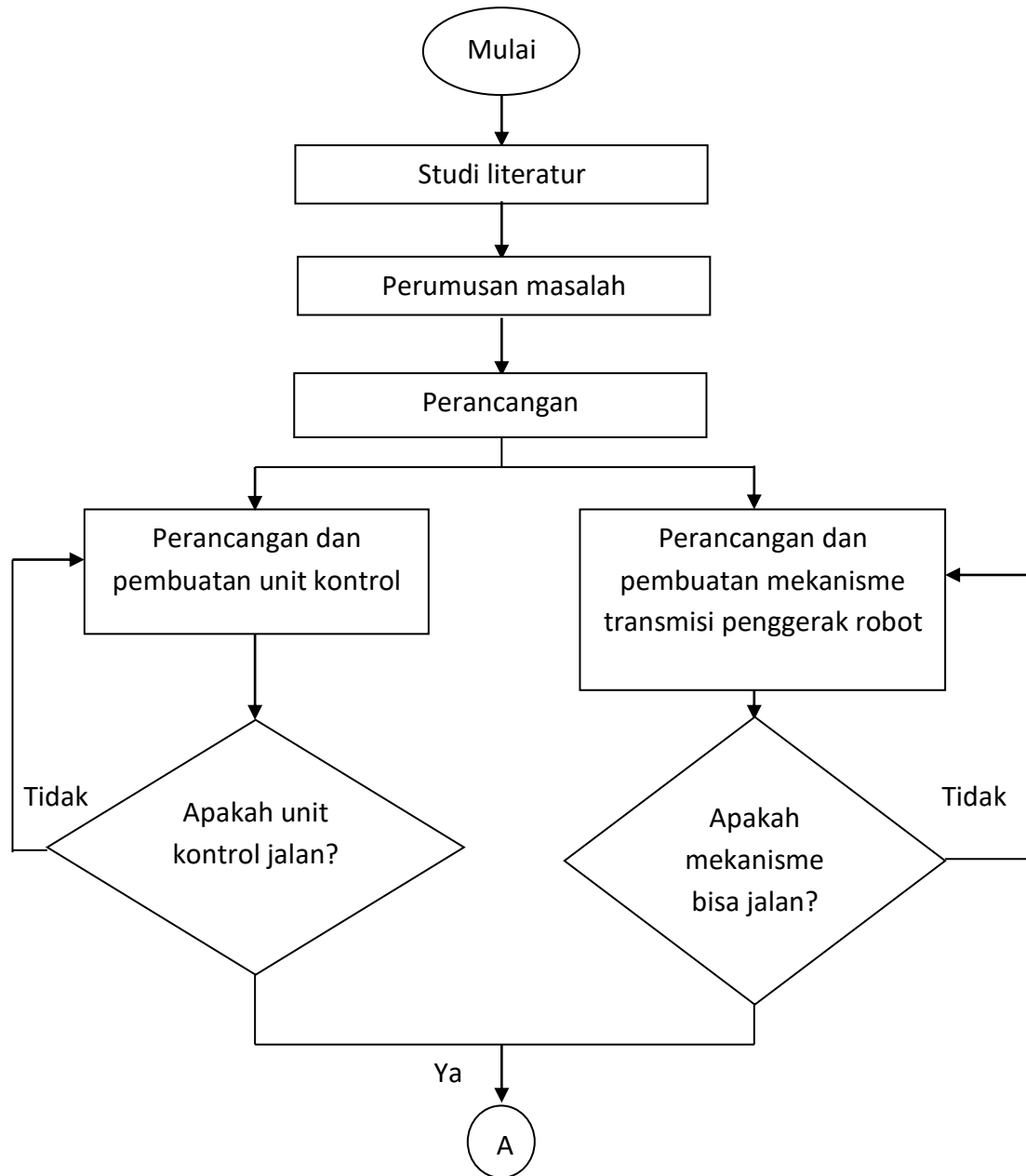
- f. Memasang motor listrik DC 12 Volt 4 A untuk menggerakkan conveyer dengan menghubungkan poros stand pengangkut sampah dengan motor melalui rantai dan roda gigi
 - g. Memasang stand atau rangka pengangkut sampah agar tepat terpasang pada bagian depan rumah robot dengan kemiringan 45 derajat
 - h. Agar rangka pengangkut sampah dapat naik turun pada kemiringan 45 derajat, maka rangka tersebut ditopang oleh poros ulir dengan menghubungkan dengan motor DC 12 Volt 4 A melalui rantai dan roda gigi
 - i. Memasang talang air pada bagian atas rumah robot dengan posisi di bawah rangka pengangkut sampah agar sampah dapat dialirkan pada bak sampah yang telah disiapkan
 - j. Membuat program pengontrol robotic dengan software Arduino Uno
 - k. Alat siap diuji coba
3. Tahap Pembuatan dan penyusunan program penggerak Robot
- a. Menginstal Software arduino Uno pada laptop
 - b. Menghubungkan Arduino Uno dengan laptop agar terjadi sinkronisasi antara papan projek arduino dengan laptop
 - c. Membuat program penggerak robot sesuai yang diinginkan pada laptop
 - d. Menghubungkan papan projek arduino dengan motor penggerak robot agar probot dapat bergerak sesuai yang diinginkan
 - e. Robot siap diterjunkan ke lapangan

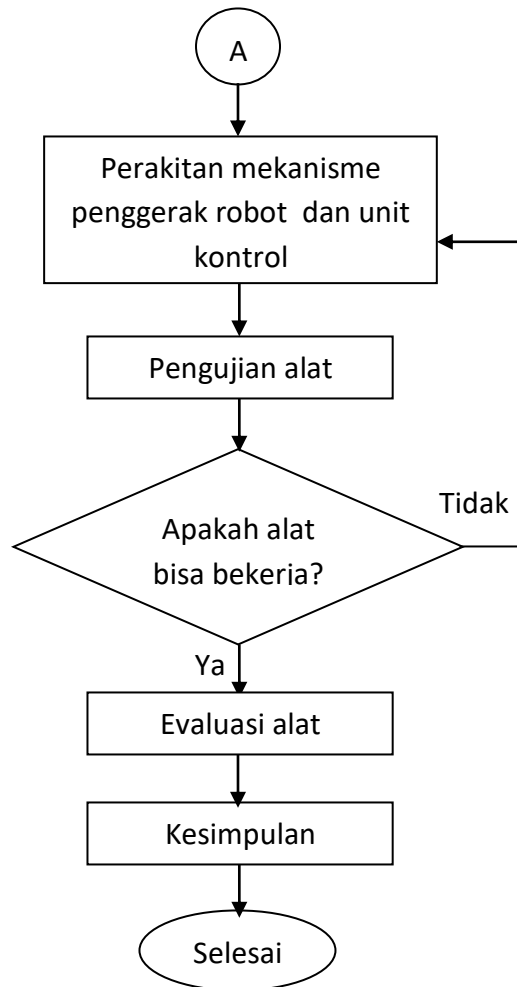
4. Tahap Pengujian

- a. Mengangkut atau membawa robot ke kanal sempit yang telah dibuat
- b. Menghubungkan papan arduino uno dengan sumber tegangan yaitu baterai 9 volt atau AKI
- c. Menggerakkan robot agar conveyor masuk atau turun ke kanal
- d. Menghubungkan motor listrik dengan baterai, robot siap beroperasi mengangkut sampah yang dapat dilihat pada video pada lampiran tesis ini

D. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian yang dilakukan sebagai berikut :





Gambar 3.1. Diagram alir metodologi penelitian

Penelitian ini direncanakan berlangsung selama enam bulan, mulai penyusunan proposal sampai seminar hasil dan ujian tutup yang dijadwalkan sebagai berikut:

Tabel 3.1 Jadwal penelitian

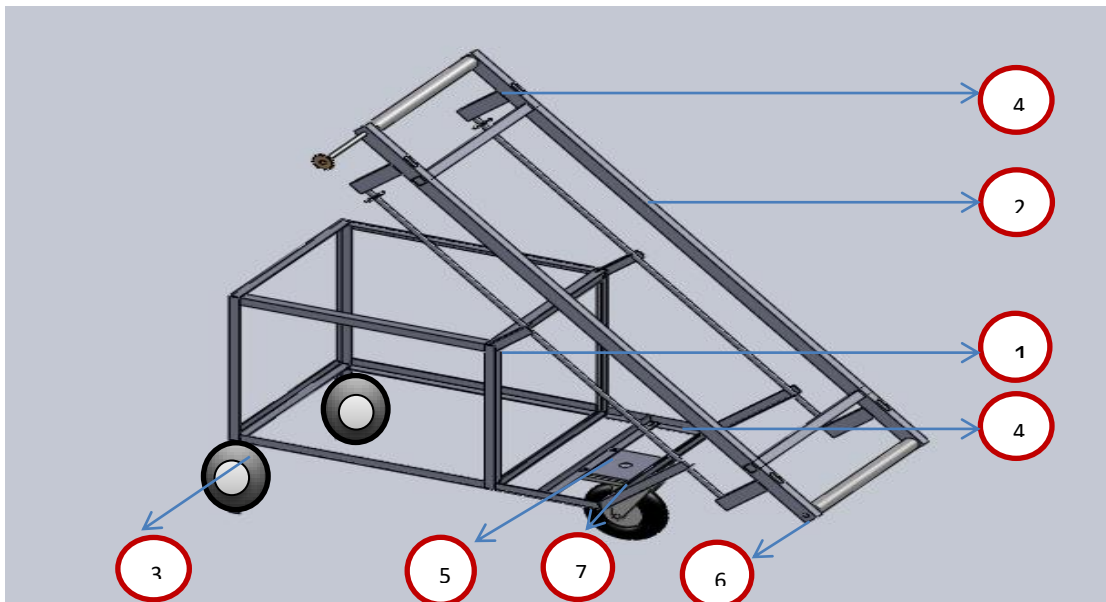
NO	KEGIATAN	BULAN					
		I	II	III	IV	V	VI
1	Pencarian judul dan Referensi						
2	Seminar Proposal						
3	Pembuatan model robot pengangkut sampah						
4	Pengambilan Data dan Analisis Kinematika						
5	Penyusunan Laporan Hasil Penelitian						
6	Seminar Hasil Penelitian						
7	Ujian Tutup						

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Adapun robot pengangkut sampah pada kanal sempit yang telah kami rancang pada penelitian ini dapat dilihat pada rancangan gambar berikut:



Gambar 4.1: Foto rancangan robot pengangkut sampah pada kanal sempit

Adapun dimensi robot tersebut sebagai berikut:

1. Rumah Robot

Rumah Robot terbuat dari besi siku dengan dimensi panjang 50 cm, lebar 40 cm dan tinggi 50 cm dengan dinding terbuat dari plat aluminium

dengan alas terbuat dari kawat jaring-jaring diameter 5 mm. Besi-besi tersebut berjumlah 12 potong yang dihubungkan membentuk rangka bak sampah. Ujung-ujungnya dihubungkan satu sama lain melalui proses pengelasan. Berikut gambarnya:



Gambar 4.2: Rumah robot pengangkut sampah kanal sempit

2. Rangka Pengangkut Sampah

Rangka pengangkut sampah dengan ukuran 120 cm x 40 cm. Penyangga utama terbuat dari besi holo dengan dimensi panjang 120 cm, lebar 2 cm dan tinggi 3 cm. Kedua ujung besi holo tersebut dihubungkan dengan roda gigi sepeda bersama dudukannya baik pada rangka sebelah kiri maupun sebelah kanan. Kedua roda gigi tersebut dihubungkan agar

membentuk sebuah poros dari suatu rangka pengangkut sampah. Untuk memudahkan pergerakan poros tersebut maka pada pertemuan antara besi holo dengan dudukan roda gigi dipasang bearing. Berdasarkan poros yang dipakai dengan diameter 14 mm, maka jenis bantalan yang digunakan adalah bantalan gelinding dengan nomor bantalan 6304ZZ, ukuran diameter dalam (d) = 15 mm , diameter luar(D) = 30 mm , lebar (B) = 10 mm, jari jari bola (r) = 2 mm. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4.3: rangka pengangkut sampah kanal sempit

Roda gigi tersebut dihubungkan dengan rantai sepeda agar dapat berputar yang akan berfungsi menaikturunkan penjaring sampah pada kanal. Setelah rantai terpasang pada sisi kiri dan kanan maka rantai tersebut dihubungkan dengan jaring jaring agar membentuk seperti sebuah konveyor yang dapat bergerak. Agar pengangkutan sampah maksimal maka pada

bagian atas jaring-jaring dipasang bilahan pipa. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4.4: jaring-jaring dan bilahan pipa pada rangka pengangkut sampah

Sebagai penggerak rangka pengangkut sampah, pada ujung poros rangka tersebut dipasang roda gigi dengan diameter 5 cm yang dihubungkan dengan motor DC 12 Volt 4 A melalui rantai penggerak yang dipasang pada rangka pengangkut sampah. Pada poros motor juga dipasang roda gigi dengan diameter 1,5 cm.

Untuk memperluas medan jangkauan dari pengangkut sampah atau coneyor ini, maka rangka ini digerakkan naik turun dengan kemiringan 45

derajat. Adapun sistem yang digunakan dalam pergerakan tersebut adalah sistem ulir, yaitu dengan memasang pada bagian bawah rangka tersebut ulir sepanjang 100 cm dengan bertumpu pada besi siku yang dipasang di bawah penyangga rangka. Sebagai penggerak ulir, pada kedua ulir tersebut dipasang roda gigi yang dihubungkan ke motor penggerak DC 12 Volt 4 A melalui rantai penggerak.

Untuk menghindari gesekan antara rangka pengangkut sampah dengan penumpu besi, dipasang empat buah bearing yang berfungsi sebagai roda rangka pengangkut sampah saat pergerakan naik turun.

3. Roda Penggerak

Untuk memudahkan proses pergerakan robot baik untuk maju mundur maupun kiri kanan maka pada bagian depan robot dipasang dua buah roda putar (roda hidup) yang terbuat dari karet tebal 10 cm dengan peleg 10 cm. roda ini juga berfungsi sebagai penyangga bagian depan robot. Adapun penyangga bagian belakang maka dipasang dua buah roda (mati) dengan diameter 10 cm.

4. Motor Penggerak

Adapun motor penggerak yang digunakan pada penelitian ini adalah motor dc geared kursi roda sebanyak dua buah dengan spesifikasi sebagai berikut:

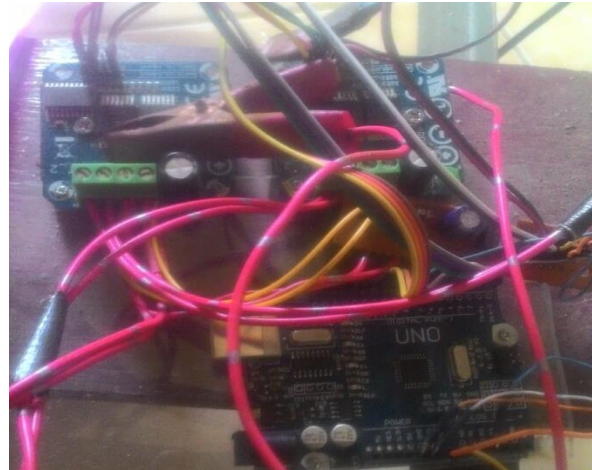
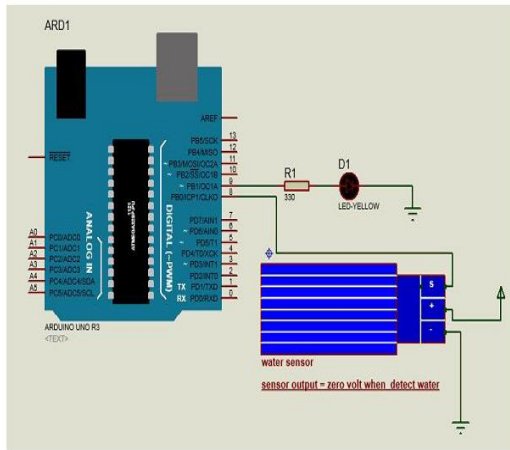
- a. Built – in gearbox
- b. V suplai : DC 12 Volt
- c. Arus : 4 Amper
- d. Speed : 500 rpm
- e. Torsi : 100 kg.cm
- f. Dimensi body : panjang 12,5 cm dengan diameter 5 cm
- g. Dimensi shaft : panjang 1,5 cm dengan diameter 1,5 cm
- h. Berat motor ; 930 gram
- i. Aplikasi : penggerak kursi roda elektrik, chair wheel transformer, motor lawn movered
- j. Sudut ulir (α) = 4°
- k. Massa sampah (P) = 5 kg



Gambar 4.5: Motor penggerak robot pengangkut sampah

5. Micro Controller Universal

Pada penelitian ini Microcontroller yang digunakan adalah Arduino Uno



Gambar 4.6: Microcontroller Arduino Uno

6. Sensor air

Sensor air digunakan untuk mendeteksi adanya air. Terdapat serangkaian konduktor parallel pada sensor yang dapat mendeteksi air. Output sensor ini adalah adanya sinyal analog yang akan dibaca oleh MCU seperti arduino uno untuk selanjutnya diolah agar diketahui kedalaman air. Adapun sensor air yang dipakai pada penelitian ini adalah Water Level Sensor dengan spesifikasi sebagai berikut: tegangan 3-5 V (DC), konsumsi arus 20 mA, tipe analog, area deteksi 40 mm x 16 mm, tempertur kerja 10 °C sampai -30 °C, kelembaban 10-90 %, massa 3,5 g, dimensi 62 x 20 x 8 mm

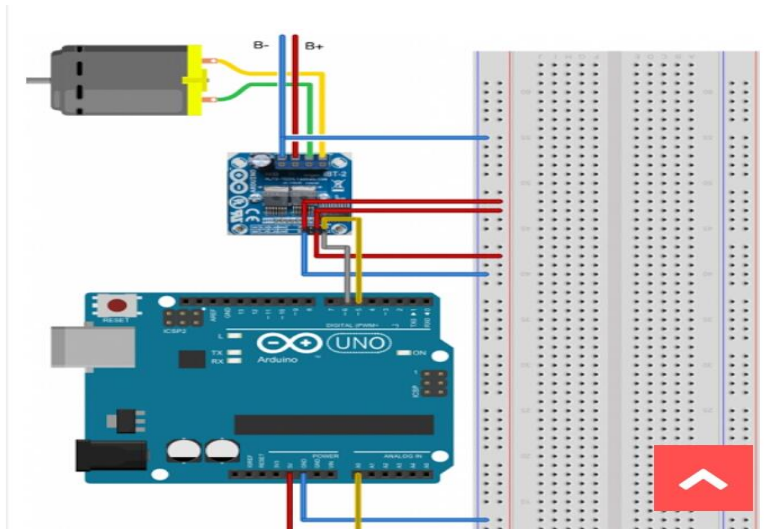


Gambar 4.7: Water level sensor

7. Motor driver

Untuk mengatur pola gerakan motor listrik dibutuhkan driver. Driver bekerja dengan cara mengeluarkan sinyal output yang beroperasi secara *ON/OFF* sesuai dengan data biner yang diterimanya. Jika data biner yang diterima bernilai 1, maka driver akan mengeluarkan sinyal *ON* dan jika data biner yang diterima bernilai 0, maka driver akan mengeluarkan sinyal *OFF*. Sinyal ini digunakan untuk mengatur relay yang ada pada driver. Data biner yang masuk pada driver disesuaikan dengan pola gerakan mobile robot yang diinginkan. Motor driver berfungsi untuk mengatur arus yang mengalir pada dua buah motor dan untuk mengaktifkan driver ini dibutuhkan tegangan sebesar 12 V DC dan arus sebesar 5 A. Adapun spesifikasi motor driver yang digunakan adalah: Double BTS7960 high current 43

A H- Bridge driver, Input voltage: 6 V – 27 V, Model IBT – 2, Maximum Current 43 A, INPUT level 3,3 – 5V, Control mode PWM or level



Gambar 4.8: diagram motor driver

B. Pembahasan

1. Mekanisme kerja robot

Robot ini dirancang untuk mengambil atau menaikkan sampah dari permukaan kanal ke bak sampah yang terdapat badan bagian belakang bodi robot. Adapun jenis sampah yang menjadi target adalah sampah plastik, sampah daun dan sampah lainnya yang mengapung pada permukaan kanal. Dengan adanya robot ini maka tenaga manusia tidak dibutuhkan lagi untuk mengambil sampah secara langsung pada permukaan kanal yang tampak kotor dan menjijikkan. Robot ini menggunakan dua buah motor DC.

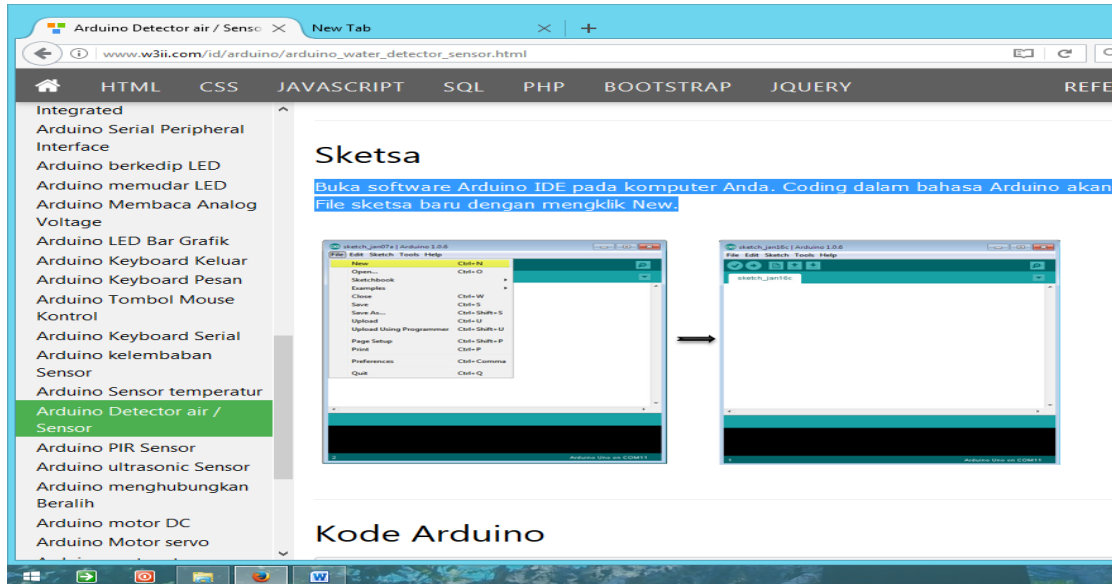


Gambar 4.9: Foto robot pada proses pengambilan sampel data

Motor pertama berfungsi menerima instruksi dari software arduino untuk menggerakkan rangka pengangkut sampah turun ke permukaan kanal. Selain itu, motor ini juga menggerakkan rangka tersebut ke atas/naik apabila sampah telah selesai diangkut. Adapun motor kedua berfungsi menerima instruksi agar memutar poros pada stand rangka pengangkut sampah untuk menggerakkan conveyor agar jaring-jaring dan bilah pipa sampah yang terdapat pada conveyer mengangkut sampah pada permukaan kanal. Pada saat conveyor telah sampai pada bagian atas rangka pengangkut sampah, posisi bilah pipa menghadap ke bawah sehingga sampah yang terangkut jatuh ke bak sampah.

Untuk lebih jelasnya dapat dipahami pada prinsip kerja robot yang dijelaskan sebagai berikut: Robot ini bekerja dengan menaik-turunkan rangka pengangkut sampah kedalam kanal untuk mengangkut sampah. Proses ini dilakukan dengan memasang sensor pada ujung bawa rangka ini berupa sensor pendeteksi air yaitu sensor air dari arduino. Cara kerjanya adalah arduino akan memberi sinyal kepada motor untuk menggerakkan rangka sampai menemukan air. Ketika ujung rangka sudah menyentuh air maka sensor air akan menghentikan motor, dan mengirim sinyal kepada motor pemutar bagian conveyor agar berputar menyaring sampah yang ada pada kanal untuk diangkut ke atas lalu diturunkan pada talang yang berada pada bagian belakang robot pengangkut sampah ini

Buka software Arduino IDE pada komputer. Coding dalam bahasa Arduino akan mengontrol sirkuit . Buka File sketsa baru dengan mengklik New seperti pada gambar berikut:



Gambar 4.10: Tampilan program arduino uno pada layar komputer

Adapun sistem kendali pada robot ini dapat dilihat pada skema berikut:

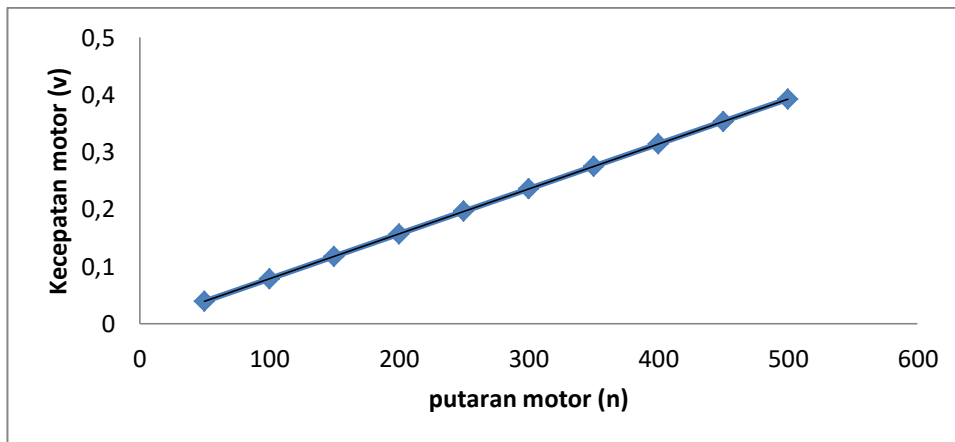


Sistem alir gambar di atas adalah micro controller mengirimkan sinyal ke driver untuk selanjutnya menggerakkan motor. Komputer mengirim instruksi ke mikrokontroler sesuai dengan gerakan yang diinginkan pada mobile robot. Sinyal tersebut akan diteruskan ke driver untuk selanjutnya menggerakkan motor. Pada sistem ini komputer berfungsi sebagai antarmuka pengguna (*user interface*) yang terhubung dengan sistem kontrol. Sistem kontrol terdiri dari beberapa rangkaian elektronik yang berfungsi

mengendalikan robot yang dilengkapi dengan komponen interface input/output dan driver untuk aktuator.

2. Hubungan putaran, kecepatan dan daya pada motor dan sistem

Berdasarkan perhitungan data yang terlampir didapatkan bahwa putaran motor memiliki pengaruh yang begitu besar dengan kecepatan dan daya yang dihasilkan oleh motor dan sistem. Putaran motor memberikan pengaruh yang begitu besar dengan kecepatan motor. Untuk lebih jelasnya hubungan antara putaran motor dengan kecepatan dapat dilihat pada gambar berikut:

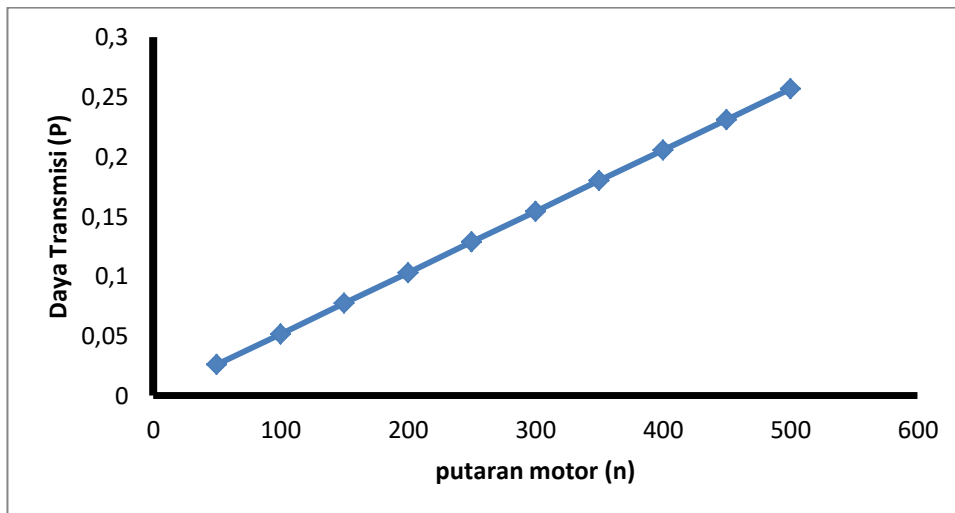


Gambar 4.11: Grafik hubungan antara putaran motor dengan kecepatan motor

Berdasarkan grafik di atas dapat dijelaskan bahwa putaran motor berbanding lurus dengan kecepatan yang dihasilkan oleh motor. Hal ini disebabkan karena kecepatan motor bergantung pada besar kecilnya putaran motor. Putaran motor yang bervariasi dan cenderung meningkat dengan

diameter yang tetap akan memberikan kecepatan motor yang besar. Putaran motor adalah variabel yang sangat mempengaruhi waktu dalam proses permesinan atau menggunakan motor. Dengan putaran motor yang besar akan memberikan waktu yang lebih sedikit sehingga hal ini berpengaruh pada kecepatan yang dihasilkan.

Di samping itu, putaran motor juga sangat berpengaruh terhadap daya yang ditransmisikan ke sistem dalam hal ini berpengaruh terhadap kemampuan atau daya yang digunakan untuk menggerakkan rangka pengangkut sampah dan kemampuan mengangkut beban dari kanal. Hal ini disebabkan karena daya yang ditransmisikan ke pengangkut sampah sangat dipengaruhi oleh kecepatan motor. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4.12: Grafik hubungan antara putaran mesin dengan daya yang ditransmisikan

Berdasarkan grafik di atas dapat dijelaskan bahwa semakin besar putaran mesin maka daya yang dihasilkan juga besar. Karena putaran yang besar mampu menghasilkan kecepatan yang tinggi yang pada gilirannya akan meningkatkan daya yang dihasilkan.

Daya yang dihasilkan oleh motor karena akibat torsi pada motor tersebut memiliki nilai yang berbeda dengan daya yang ditransmisikan pada pengangkut sampah. Untuk lebih jelas, perbandingannya dapat dilihat pada tabel berikut:

No	Daya Motor (KW)	Daya Transmisi (KW)
1	0,52	0,26
2	0,47	0,23
3	0,42	0,21
4	0,37	0,18
5	0,31	0,15
6	0,26	0,13
7	0,21	0,10
8	0,16	0,08
9	0,10	0,05
10	0,05	0,03

Tabel 4.1: perbandingan daya motor dengan daya yang ditransmisikan

Dari tabel tersebut didapatkan bahwa daya yang ditransmisikan lebih rendah dari pada daya yang dihasilkan motor karena tidak semua daya dari motor dikonversi sepenuhnya menjadi daya sistem atau pengangkut sampah. Hal ini disebabkan karena adanya faktor-faktor yang dapat mereduksi daya

tersebut sebelum sampai pada sistem. Faktor-faktor tersebut adalah adanya getaran, beban sistem dan proses mekanik lainnya.

3. Beban Sampah yang Dapat Terangkut

Pada penelitian ini beban yang dapat di angkut oleh robot ini dapat ditinjau dari tiga keadaan, yaitu:

a. Berdasarkan daya motor penggerak

Menurut data pada motor yaitu Torsi sebesar 100 kg.cm dan diameter poros adalah 1,5 cm. Berdasarkan Rumus menghitung Torsi

$$T = 9,74 \times 10^5 \times [P_d/n]$$

Jadi P_d adalah :

$$P_d = \frac{T \times n}{9,74 \times 10^5}$$
$$P_d = \frac{100 \times 500}{9,74 \times 10^5}$$
$$= 0,05 \text{ kW}$$

Di mana $P_d = f_c \times P$

Dan nilai $f_c = 1,4$ maka

P atau Daya sebesar =

$$P = \frac{0,05}{1,4} = 0,04 \text{ kW}$$

Sehingga daya motor adalah 40 watt

Berdasarkan rumus P berikut:

$$P = m \cdot v \cdot \frac{d}{t^2}$$

$$v = 2\pi n/60$$

$$\text{Maka : } v = 2 \times 3.14 \times 500/60$$

$$= 52,3 \text{ m/s}$$

Maka beban yang terangkut selama satu putaran (1 detik) adalah

$$40 = m \times 52,3 \times \frac{15}{1000 \times 1}$$
$$m = 51 \text{ kg}$$

b. Berdasarkan torsi yang dihasilkan oleh conveyor

Conveyor memiliki diameter 5 cm sehingga putaran yang dihasilkan conveyor adalah:

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1,5}{5} = \frac{n_2}{500} \quad n_2 = 150 \text{ rpm}$$

Sehingga torsi yang dihasilkan adalah 333,33 kg.cm,

$$T = 9,74 \times 10^5 \times [P_d/n]$$

Jadi P_d adalah :

$$P_d = \frac{T \times n}{9,74 \times 10^5}$$
$$P_d = \frac{333,33 \times 150}{9,74 \times 10^5}$$
$$= 0,05 \text{ kW}$$

Di mana $P_d = f_c \times P$

Dan nilai $f_c = 1,4$ maka

P atau Daya sebesar =

$$P = \frac{0,05}{1.4} = 0,04 \text{ kW}$$

Sehingga daya motor adalah 40 watt

Berdasarkan rumus P berikut:

$$P = m \cdot v \cdot \frac{d}{t^2}$$

$$v = 2\pi n/60$$

$$\text{Maka : } v = 2 \times 3.14 \times 150/60 = 15,7 \text{ m/s}$$

Maka beban yang terangkut selama satu putaran (1 detik) adalah

$$40 = m \times 15,7 \times \frac{15}{1000 \times 1}$$
$$m = 170 \text{ kg}$$

c. Kapasitas bilah pipa yang terdapat pada conveyor atau rangka pengangkut sampah

Pada conveyor ini terdapat empat buah bilah pipa yang mengangkut sampah setiap kali mengangkut sampah. Dapat kita asumsikan bahwa setiap bilah pipa dapat mengangkut sampah sebesar 1,25 kg maka sekali angkut sampah, robot ini mampu mengangkat sampah sebesar 5 kg.

Atau:

d. Berdasarkan daya motor penggerak

Menurut data pada motor yaitu Torsi sebesar 100 kg.cm dan diameter poros adalah 1,5 cm. Berdasarkan Rumus menghitung Torsi : $T = \frac{m \cdot d}{2}$ maka massa atau beban yang dapat diangkut adalah:

$$m = \frac{2T}{d \text{ motor}} = \frac{2 \times 100}{1,5} = 133,33 \text{ kg}$$

Jadi robot ini mampu mengangkat sampah kurang lebih 133,33 kg

e. Berdasarkan torsi yang dihasilkan oleh conveyor

Conveyor memiliki diameter 5 cm sehingga putaran yang dihasilkan conveyor adalah:

$$\frac{d1}{d2} = \frac{n2}{n1} = \frac{1,5}{5} = \frac{n2}{500} \quad n2 = 150 \text{ rpm}$$

Sehingga torsi yang dihasilkan adalah 333,33 kg.cm, maka beban yang dapat diangkat oleh conveyor ini adalah :

$$m = \frac{2T}{d \text{ motor}} = \frac{2 \times 333,33}{1,5} = 444,44 \text{ kg}$$

f. Kapasitas bilah pipa yang terdapat pada conveyor atau rangka pengangkut sampah

Pada conveyor ini terdapat empat buah bilah pipa yang mengangkat sampah setiap kali mengangkat sampah. Dapat kita asumsikan bahwa setiap bilah pipa dapat mengangkat sampah sebesar 1,25 kg maka sekali angkut sampah, robot ini mampu mengangkat sampah sebesar 5 kg.

4. Kedalaman Sampah yang Dapat Terangkut

Program menginstruksikan conveyor berputar untuk mengangkat sampah ketika sensor air (water level sensor) menyentuh air. Sehingga untuk sampah dipermukaan posisi sensor diletakkan pada bagian ujung bawah conveyor. Untuk sampah yang terdapat pada bagian dalam conveyor hanya mampu menjangkau kedalaman 40 cm dengan cara meletakkan sensor air pada jarak 40 cm dari ujung bawah conveyor.

BAB V

PENUTUP

A. KESIMPULAN

1. Bagian bagian dari robot pengangkut sampah adalah adalah rumah robot, rangka pengangkut sampah, pengangkut sampah berupa jaring-jaring dan bilahan pipa, roda penggerak robot, talang sampah, rangkaian ARDUINO UNO, dan aki
2. Pada penelitian ini kami berhasil merancang program penggerak robot dengan program software Arduino Uno. Program ini memberi perintah kerja pada sistem atau motor penggerak untuk menggerakkan rangka pengangkut sampah bergerak turun ke kanal mencari air. Di saat sensor air telah menyentuh air maka sensor akan mengirim ke program agar menghentikan motor penggerak rangka tersebut. Bersamaan dengan itu program memerintahkan/mengirim sinyal ke motor penggerak pengangkut sampah agar berputar, sehingga pengangkut sampah bergerak menyaring sampah yang ada.
3. Massa sampah yang terangkat pada penelitian ini adalah minimal 5 kg dan maksimal 170 kg

B. SARAN

Berdasarkan penelitaian yang telah kami lakukan maka disarankan perlunya penelitian lanjut atau perlunya sosialisasi robot ini kepada stake holder yang terkait

DAFTAR PUSTAKA

- Aguilar, L.E.; Hamel, T. and Soueres, P.: *Robust path following control for wheeled robots via sliding mode techniques*. Proceedings of the 1997 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robotic Systems. IEEE, 1997
- Artus, G.; Morin, P. and Samson, C.: *Control of a maneuvering mobile robot by transverse functions*. Proceedings of the Symposium on Advances in Robot Kinematics, pp.459-468, 2004
- Birol Kocaturk, Motion Control of Wheeled Mobile Robots, *Interdisciplinary Description of Complex Systems* 13(1), 41-47, Yalova University Yalova, Turkey, 2015
- Chatila, R. et al. *Autonomous mobile robot navigation for planet exploration – The EDEN project*. Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics and Automation. 1996
- Cong Wang, Wenjie Chen, and Masayoshi Tomizuka, Robot End-effector Sensing with Position Sensitive Detector and Inertial Sensors, Department of Mechanical Engineering, University of California, Berkeley, CA 94720, USA, 2011
- E. Sariyildiz, and H. Temeltas, 14-17 July, 2009, “ Solution of Inverse Kinematic Problem for Serial Robot Using Dual Quaternion and Plucker Coordinates “ IEEE/ASME, Singapore, pp.338-343.
- G. Brooker, *Introduction to Sensors for Ranging and Imaging*. Scitech, 2009.
- Lewis, F.L.; Abdallah, C.T. and Dawson, D.M.: *Control of Robot Manipulators*. Macmillan, New York, 1993
- Mark W. Spong, Seth Hutchinson, and M. Vidyasagar, 2006, “ Robot Modeling and Control “ John Wiley & Sons, New York.
- Merrett, F. (2006). Reflections on the Hawthorne effect. *Educational Psychology*, 26, 143-146. Meyer, J. (2001).

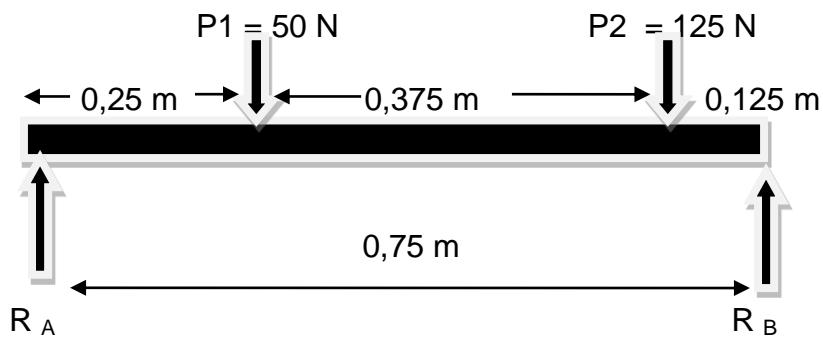
- Mester, G.: *Intelligent Mobil Robot Control in Unknown Environments*. Intelligent Engineering Systems and Computational Cybernetics. Part I. Intelligent Robotics. pp.15-26, Springer Netherlands, 2009, http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4020-8678-6_2,
- Pacchierotti, E., Christensen, H., Jensfelt, P. (2005). Human robot embodied interaction in hallway settings: a pilot user study. Paper presented at the IEEE international workshop on robot and human interactive communication, RO-MAN, Nashville, USA, 164–171
- P. Kalra, P.B. Mahapatra, and D.K. Aggarwal, 2003, “ On the Solution of Multimodel Robot Inverse Kinematic Functions using Real-coded Genetic Algorithms “ IEEE, pp. 1840-1845
- Paolo D, Eugenio G (1996) Robotics for medical applications. IEEE Robotics and Automation Magazine. j. 9:44-56
- Puran Singh*, Anil Kumar, Mahesh Vashisth, Design of a Robotic Arm with Gripper & End Effector for Spot Welding, Universal Journal of Mechanical Engineering 1(3): 92-97, Department of Mechanical and Automation Engineering, Amity School of Engineering and Technology Delhi, India, 2013
- P.S.Ramaiah, M.Venkateswara Rao, G.V.Satyanarayana, A Microcontroller Based Four Fingered Robotic Hand, International Journal of Artificial Intelligence & Applications (IJAA), Vol.2, No.2, Dept. Of Computer Science And Systems Engineering ,Andhra University Visakhapatnam, 2011
- Seraji, H.; Howard, A. and Tunstel, E.: *Terrain-based Navigation of Planetary Rovers: A Fuzzy Logic Approach*. Proceedings of the 6th International Symposium on Artificial Intelligence and Robotics & Automation in Space, pp.1-6, Quebec, Canada, 2001
- S. Jeon, M. Tomizuka, and T. Katou, “Kinematic Kalman filter (KKF) for robot end-effector sensing,” *Journal of Dynamic Systems, Measurement, and Control*, vol. 131, no. 2, pp. 21010–21018, 2009

- Thien-Bach Huynh, Leon Hardy, Mark Pezzo, and Otis Wilder, The Testing and Design of an Arduino Microcontroller Board for the Study of Proxemics University of South Florida St. Petersburg Student Research Journal, 2012
- Wesam Mohammed Jasim, “Solution of Inverse Kinematics for SCARA Manipulator Using Adaptive Neuro-Fuzzy Network”, International Journal on Soft Computing (IJSC) Vol.2, No.4, College of Computer, University of Anbar, Iraq,2011
- Xu, W.L.; Tso, S.K. and Fung, Y.H.: *Fuzzy Reactive Control of a Mobile Robot Incorporating a Real/Virtual Target Switching Strategy*. Robotics and Autonomous Systems 23(3), 171-186, 1998, [http://dx.doi.org/10.1016/S0921-8890\(97\)00066-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0921-8890(97)00066-3)

LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 1: Gaya-Gaya pada Robot

Adapun gaya yang terjadi pada roda adalah:



Kita anggap momen di A adalah nol maka gaya di titik B dapat dihitung sebagai berikut:

$$R_B (0,75) - P_2 (0,625) - P_1 (0,25) = 0$$

$$R_B (0,75) = 125 (0,625) + 50 (0,25)$$

$$R_B = 90,625 / 0,75$$

$$R_B = 120,83\text{ N}$$

Adapun reaksi gaya di titik A adalah:

$$\sum F_y = 0$$

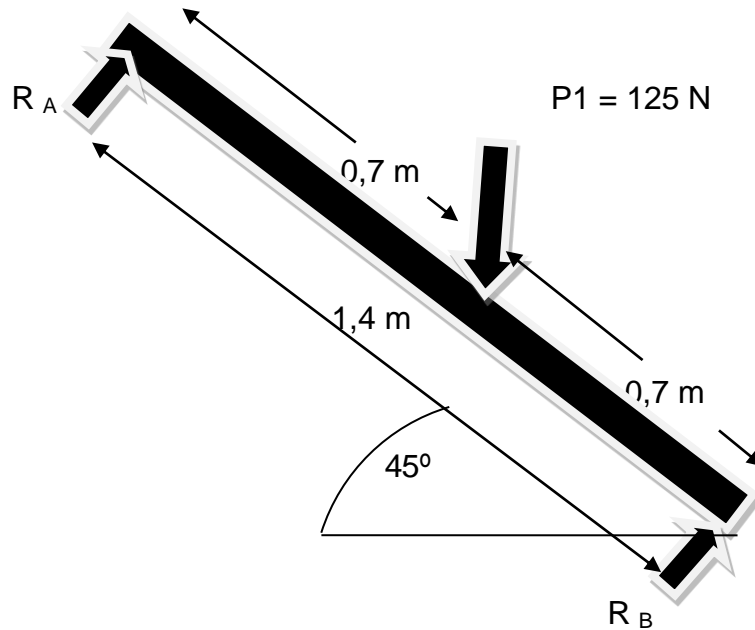
$$P_1 + P_2 = R_B + R_A$$

$$50 + 125 = 120,83 + R_A$$

$$R_A = 175 - 120,83$$

$$= 54,17\text{ N}$$

Lampiran 2: Gaya pada rangka pengangkut sampah



Adapun gaya-gaya reaksi pada tumpuan di titik A dan B adalah sebagai berikut:

$$\sum F_Y = 0$$

$$R_A + R_B = P_1 \cos 45$$

Karena $R_A = R_B$ maka

$$2 R_A = 125 \cos 45$$

$$2 R_A = 125 \cdot 1,41$$

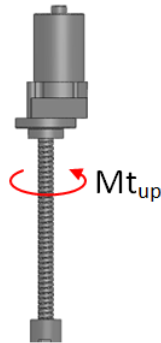
$$R_A = 176,25 / 2$$

$$R_A = 88,125 \text{ N}$$

Karena $R_A = R_B$ maka $R_B = 88,125 \text{ N}$

Lampiran 3: Momen torsi pada ulir pemegang

Untuk menggerakkan pengangkut sampah naik turun maka digunakan ulir pemegang pada dua sisi rangka pengangkut sampah. Adapun Momen torsi yang terjadi pada ulir pemegang ($M_{t_{up}}$) sebagai berikut:



Momen Torsi yang terjadi pada rangka pengangkut Sampah

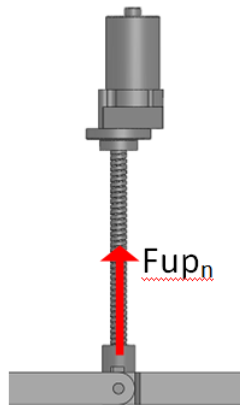
$$M_{t_{up}} = T_m \frac{2}{d_{up}} \text{ kg. cm.}$$
$$M_{t_{up}} = 100 \frac{2}{1,5} \text{ kg. cm}$$
$$= 133,33 \text{ kg.cm}$$

- Gaya yang terjadi pada ulir pemegang (F_{up}):

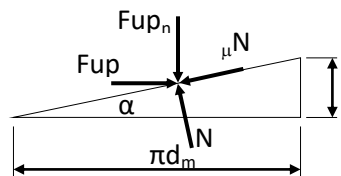
$$F_{up} = \frac{M_{t_{up}}}{d_{up}/2} \text{ kg}$$
$$F_{up} = \frac{133,33 \text{ kg. cm}}{1,5/2 \text{ cm}}$$

$$F_{up} = 177,77 \text{ kg}$$

- Gaya yang terjadi pada saat mur pemegang bergerak ke atas (menaikkan rangka pengangkut sampah) (F_{up_n}):



Gambar 4.21. Kestimbangan Gaya yang terjadi pada Uilir Mur



Dengan persamaan kesetimbangan gaya :

$$\Sigma F_x = 0,$$

$$F_{up} - N \sin \alpha - \mu N \cos \alpha = 0$$

$$N \sin \alpha + \mu N \cos \alpha = F_{up}$$

$$N \cdot \sin 4^\circ + 0,15 \cdot N \cdot \cos 4^\circ = 177,77 \text{ kg}$$

$$N \cdot 0,07 + 0,15 \cdot N \cdot 0,998 = 177,77 \text{ kg}$$

$$0,07 N + 0,1497 N = 177,77 \text{ kg}$$

$$0,2197 N = 177,77 \text{ kg}$$

$$N = 177,77 / 0,2197 \text{ kg}$$

$$N = 809,14 \text{ kg}$$

$$\Sigma F_y = 0,$$

$$F_{up_n} + \mu N \sin \alpha - N \cos \alpha = 0$$

$$F_{up_n} = N \cos \alpha - \mu N \sin \alpha$$

$$F_{up_n} = 809,14 \cos 4^\circ - 0,15 \cdot 809,14 \cdot \sin 4^\circ$$

$$F_{up_n} = 809,14 \cdot 0,998 - 0,15 \cdot 809,14 \cdot 0,054 \text{ kg}$$

$$F_{up_n} = 807,52 - 6,55 \text{ kg}$$

Lampiran 4: Torsi dan Daya Robot

Spesifikasi motor yang digunakan adalah

$$\text{Torsi } (T_m) = 100 \text{ kg.cm,}$$

$$\text{putaran } (n) = 500 \text{ rpm,}$$

$$\text{tegangan } (V) = 12 \text{ volt,}$$

$$\text{arus } (I) = 4 \text{ ampere,}$$

$$\text{diameter poros } (d) = 1,5 \text{ cm,}$$

$$\text{panjang motor} = 12,5 \text{ cm,}$$

$$\text{diameter motor } (d_m) = 5 \text{ cm,}$$

$$\text{massa} = 930 \text{ g,}$$

$$\text{sudut ulir } (\alpha) = 4^\circ$$

Menurut data pada motor ini besarnya beban yang dapat diangkat adalah

$$W = \frac{T}{d_{\text{motor}}}$$

$$= \frac{100}{1,5} = 66,7 \text{ kg} \text{ sehingga gaya yang dihasilkan adalah}$$

$$F = m \cdot g$$

$$F = 66,7 \times 10 = 667 \text{ N}$$

Jadi robot ini mampu mengangkat sampah kurang lebih 67 kg

Pada penelitian yang telah kami lakukan robot hanya dibebani maksimal 5 kg sampah sehingga torsi pada beban ini adalah

$$T = m \cdot d$$

$$T = 5 \times 1,5 = 7,5 \text{ kg.cm}$$

Adapun daya pada motor atau robot ini adalah

$$\text{Power} = T \times 2\pi \times n$$

$$= 100 \text{ kg.cm} \times 3,14 \times 500 \text{ rpm} \times 9,81 \times 10^{-2}$$

$$= 15401,7 \text{ Watt}$$

Sedangkan daya pada saat penelitian adalah

$$\text{Power} = T \times 2\pi \times n$$

$$= 7,5 \text{ kg.cm} \times 3,14 \times 500 \text{ rpm} \times 10^{-2}$$

$$= 117,75 \text{ watt}$$

Lampiran 5: Tabel pengolahan data

No	T(Nm)	n (rpm)	π	d (mm)	Daya Motor (KW)	v (m/s)	F (N)	Daya Transmisi (KW)
1	10	500	3,14	15	0,52	0,40	66.7	0,26
2	10	450	3,14	15	0,47	0,35	66.7	0,23
3	10	400	3,14	15	0,42	0,31	66.7	0,21
4	10	350	3,14	15	0,37	0,27	66.7	0,18
5	10	300	3,14	15	0,31	0,24	66.7	0,15
6	10	250	3,14	15	0,26	0,20	66.7	0,13
7	10	200	3,14	15	0,21	0,16	66.7	0,10
8	10	150	3,14	15	0,16	0,12	66.7	0,08
9	10	100	3,14	15	0,10	0,08	66.7	0,05
10	10	50	3,14	15	0,05	0,04	66,7	0,03

Lampiran 6 :Program soft ware robot

Untuk mengoperasikan robot yang telah di dirancang maka dibuatlah program arduino uno sebagai berikut:

```
const int M1_MaPWM=11;
const int M1_MuPWM=10;
const int M2_MaPWM=9;
const int M2_MuPWM=6;
const int M1_MaEN=2;
const int M1_MuEN=3;
const int M2_MaEN=4;
const int M2_MuEN=5;
const int limit = 8;
const int tombol1 = 7;
int tombol;
const int sensor = A2;
int air;
int acc =0;
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  Serial.begin(57600);
  pinMode(M1_MaPWM,OUTPUT);
  pinMode(M1_MuPWM,OUTPUT);
  pinMode(M1_MaEN,OUTPUT);
  pinMode(M1_MuEN,OUTPUT);
  pinMode(M2_MaPWM,OUTPUT);
  pinMode(M2_MuPWM,OUTPUT);
  pinMode(M2_MaEN,OUTPUT);
  pinMode(M2_MuEN,OUTPUT);
  pinMode(tombol1,INPUT);
  pinMode(limit,INPUT);
  pinMode(sensor,INPUT);
  digitalWrite(M1_MaEN,HIGH);
  digitalWrite(M1_MuEN,HIGH);
  digitalWrite(M2_MaEN,HIGH);
  digitalWrite(M2_MuEN,HIGH);
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
  air = analogRead(sensor);
  Serial.print("air =");
  Serial.print(air);
```

```

Serial.print(" tombol =");
Serial.print(digitalRead(tombol1));
Serial.print(" limit =");
Serial.print(digitalRead(limit));
Serial.print(" acc =");
Serial.println(acc);
//delay(1000);
if ((acc == 0) && (digitalRead(tombol1) == HIGH)&& digitalRead(limit)== LOW )acc = 1;
//if ((acc == 1) && (digitalRead(tombol1) == HIGH))acc = 2;
if (acc == 1 && air > 500 && digitalRead(tombol1) == HIGH && digitalRead(limit) == HIGH
)acc = 2;
if (acc == 2 && digitalRead(limit) == LOW )acc = 0;
if (acc == 1 && air < 500)
{
  analogWrite(M1_MaPWM, 200);
  analogWrite(M1_MuPWM, 0);
}
if (acc == 1 && air > 500)
{
  analogWrite(M1_MaPWM, 0);
  analogWrite(M1_MuPWM, 0);
  analogWrite(M2_MaPWM, 170);
  analogWrite(M2_MuPWM, 0);
}
if (acc == 1 && air < 500)
{
  analogWrite(M2_MaPWM, 0);
  analogWrite(M2_MuPWM, 0);
}

if (acc == 2)
{
  analogWrite(M1_MaPWM, 0);
  analogWrite(M1_MuPWM, 200);
  analogWrite(M2_MaPWM, 0);
  analogWrite(M2_MuPWM, 0);
}
if (acc == 0)
{
  analogWrite(M1_MaPWM, 0);
  analogWrite(M1_MuPWM, 0);
  analogWrite(M2_MaPWM, 0);
  analogWrite(M2_MuPWM, 0);
}
}

```

```
//if (digitalRead(limit) == LOW
/*if (digitalRead(limit) == HIGH && air < 500 && acc == 0)
{
  analogWrite(M1_MaPWM, 255);
  analogWrite(M1_MuPWM, 0);
}*/
}
```

Lampiran 7 : Proses Pengujian program pada Robot



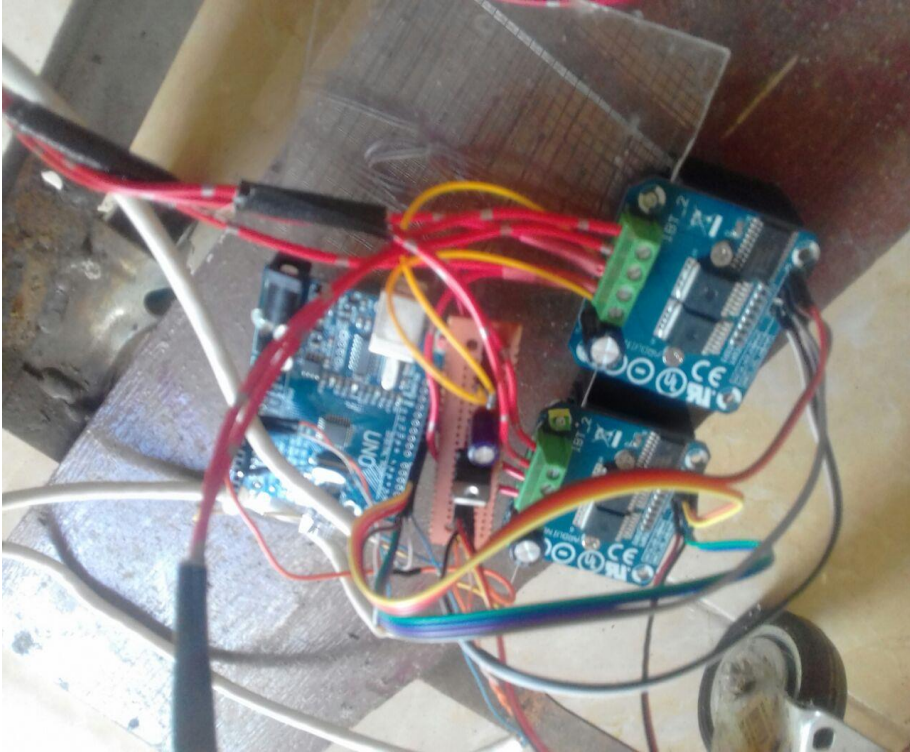
Lampiran 8 : Proses Pembuatan rangka robot



Lampiran 9: Pemasangan roda gigi



Lampiran 10 : Proses pembuatan rangkaian mikrocontroller



Lampiran 11 : Proses pengujian alat di lapangan

