

**ANALISIS PENGENDALIAN ROBOT PENGANGKUT BARANG  
DENGAN *REMOTE JOYSTICK***

**Noveri Lysbetti M.**

Fakultas Teknik Universitas Riau, Pekanbaru

**ABSTRACT**

Development in electronic science has improved sophisticated progressed in the use of robot in industry such as making stuff lifted by robot. The objective of this study is to design and construct a prototype of robot that can obtain maximum speed of motor while bringing about one kg of stuff. Method used in this research is a test to control direction and moving of a stuff lifted robot by remote joystick as a remote control, using a combination of IC L293D, switching, protection motor driver, and half bridge. Those equipments are used as DC driver motor that will work when remote control sends input to the circuit. Robot will move forward, reverse, turn left and turn right if remote control gives input to direction switch circuit. When remote control sends input to protection circuit, the arm of robot will move up or down. Results of this study show that robot can carry a maximum load of one kg with a maximum speed of 15 rpm, while the speed will increase to 48 rpm without load.

**Keywords :** Robot, Remote Joystick, Penggerak Motor, Motor DC

**PENDAHULUAN**

Kemajuan teknologi yang pesat saat ini, mendorong setiap manusia untuk meningkatkan dan mengembangkan ilmu dan pengetahuan di bidang teknologi. Salah satunya adalah dalam bidang Robotika. Perkembangan teknologi robotika telah membuat kualitas kehidupan manusia semakin tinggi. Selain itu, perkembangan teknologi robotika telah mampu meningkatkan kualitas maupun kuantitas produksi berbagai pabrik. Teknologi robotika juga

telah menjangkau sisi hiburan dan pendidikan bagi manusia.

Perkembangan teknologi robotika seiring dengan perkembangan ilmu di bidang Elektronika. Dampak perkembangan teknologi dibidang elektronika telah banyak membawa perubahan dan kemajuan yang begitu cepat dan canggih. Hal ini dibuktikan dengan adanya penemuan-penemuan yang baru di segala bidang teknologi mulai dari peralatan rumah tangga, industri, teknologi bidang ruang angkasa ataupun bidang komunikasi.

Pada umumnya robot banyak dimanfaatkan untuk membantu kerja manusia. Dapat dilihat secara kasat mata, dunia industri saat ini telah berbasis teknologi tinggi dengan peralatan yang canggih dan modern. Sistem robotika digunakan di dunia industri, guna membantu dan meringankan kerja manusia. Salah satu contohnya yaitu robot pengangkut barang, yang dikontrol dengan *remote joystick*. Disamping itu, penggunaan robot dalam lingkup industri sangat efisien untuk menunjang industri dalam menghasilkan suatu produk dengan hasil yang baik.

Ketertarikan dan rasa ingin tahu akan dunia robotika lebih jauh, yang mengantarkan penulis untuk menganalisa prinsip kerja pengendalian robot pengangkut barang dengan *remote joystick*.

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Beban maksimal yang bisa diangkat robot adalah 1 Kg.
2. Jarak jangkauan robot  $\pm$  10 meter.

*Remote kontrol* (dalam hal ini *Remote Joystick*) adalah suatu alat elektronika yang bisa mengontrol robot. *Remote Joystick* merupakan bagian yang berinteraksi langsung dengan pengguna dengan memberikan perintah-perintah untuk menggerakkan robot dengan arah

maju, mundur, belok kiri, belok kanan dalam proses mengangkat suatu barang.

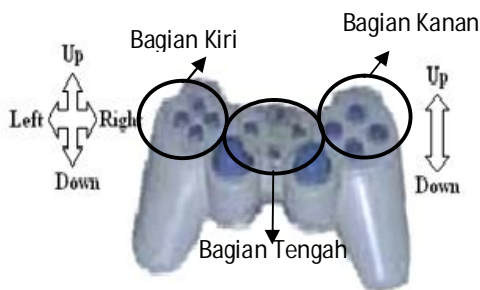
Untuk jarak yang tidak terlalu jauh, media kabel adalah pilihan yang ekonomis dan sederhana. Perangkat *remote kontrol* yang digunakan diperoleh dari perangkat *game Play Station (remote joystick)* yang sudah jadi. Untuk menjadikan perangkat tersebut dapat digunakan maka haruslah dimodifikasi. Adapun fungsi dari beberapa tombol yang terdapat pada *remote* pengendali adalah:

1. Bagian tengah *remote joystick*:
  - a. *Star* (untuk menghidupkan robot)
  - b. *Off* (untuk mematikan robot)
2. Bagian kiri *remote joystick*:
  - a. Tombol *Up* bagian kiri berfungsi untuk menggerakkan robot bergerak maju.
  - b. Tombol *Down* bagian kiri berfungsi untuk menggerakkan robot bergerak mundur.
  - c. Tombol *Right* bagian kiri berfungsi untuk menggerakkan robot belok kanan.
  - d. Tombol *Left* bagian kiri berfungsi untuk menggerakkan robot belok kiri.
3. Bagian kanan *remote joystick*:
  - a. Tombol *Up* bagian kanan berfungsi untuk menggerakkan

legan robot/ tuas pengangkat yang terletak di bagian depan kearah atas (menggangkat beban).

- b. Tombol *Down* bagian kanan berfungsi untuk menggerakkan lengan kearah bawah (menurunkan lengan).

Bentuk fisik dari *remote* joystick yang digunakan, dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Bentuk *remote* joystick yang digunakan Media penghubung terdiri dari beberapa jenis tergantung dari kondisi lingkungan

### 1. Media Kabel

Untuk jarak yang tidak terlalu jauh, media kabel adalah pilihan yang ekonomis dan sederhana. Disain dan rancangan sangat sederhana karena hanya merupakan perpanjangan kabel *keypad* saja. Namun media ini kurang efektif apabila gerakan robot terlalu banyak *manuver*.

### 2. Media Infra Merah (*Infrared*)

Untuk kondisi *indoor* di mana jarak yang dibutuhkan tidak terlalu jauh maka

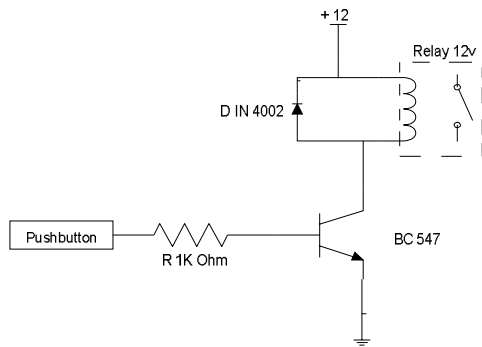
media *infrared* merupakan pilihan yang cukup praktis.

### 3. Media Gelombang Radio

Untuk kondisi *outdoor* di mana sering kali sinar matahari memberikan gangguan-gangguan sinyal *infrared* yang sangat mungkin mengacaukan proses kendali, maka gelombang radio merupakan pilihan yang tepat. Selain itu, penggunaan gelombang radio mempunyai keunggulan di mana data yang dipancarkan dapat dikirimkan pada jarak yang cukup jauh dan bahkan menembus halangan.

Rangkaian *switching* di gunakan untuk melewati arus yang langsung ke penggerak motor. Rangkaian pengendali memberikan *input* berupa tegangan 5V DC yang digunakan untuk membias transistor yang bertipe NPN, dimana kaki kolektor tersebut terhubung dengan masukan tegangan 12V DC yang merupakan tegangan masukan yang dibutuhkan oleh kumparan *relay*, sehingga terjadi medan *elektromagnetis* pada *plunger relay* yang mengakibatkan arus mengalir ke motor DC. Keadaan tersebut akan tetap tertahan sampai rangkaian pengendali tidak lagi memberi tegangan DC 5V pada kaki *basis* transistor. Sedangkan dioda digunakan untuk mengatasi arus balik dari *Vcc*.

Rangkaian *switching* dapat dilihat pada gambar 2.

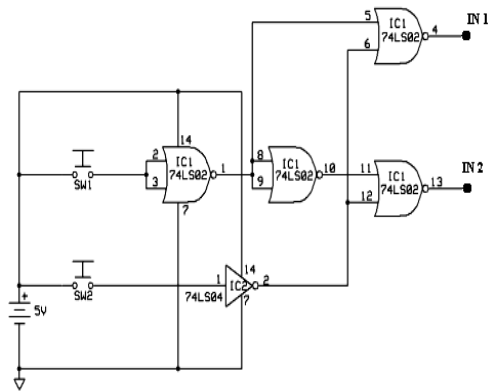


Gambar 2. Rangkaian *switching*

Rangkaian proteksi berfungsi sebagai pengontrol dari lengan robot untuk arah ke atas dan ke bawah. Lengan robot akan ke atas apabila IN1 berlogika 1 dan IN2 berlogika 0 ketika saklar 1 ditekan. Lengan robot akan ke bawah apabila IN2 berlogika 1 dan IN1 berlogika 0, ketika saklar 2 ditekan.

Rangkaian Proteksi merupakan sistem kontrol yang berfungsi untuk mengolah *input* yang berasal dari pengendali/*remote* kontrol agar menghasilkan *output*, yang mengarah pada pengontrolan dan arah putar motor untuk melakukan proses kerja robot.

Rangkaian proteksi ini terdiri dari gerbang-gerbang logika yang dimodifikasi sehingga dapat berfungsi sesuai sistem yang diinginkan. Rangkaian proteksi pengontrolan robot pada Gambar 3.



Gambar 3. Rangkaian proteksi pengontrolan robot

Penggerak motor DC digunakan untuk memutar motor DC untuk menghasilkan putaran, sehingga motor bergerak maju atau mundur. Disamping itu, penggerak motor ini juga berfungsi menggerakkan lengan robot ke atas (naik) dan turun (ke bawah).

Ada dua putaran motor DC yang dilakukan yaitu :

- a. Putaran motor (maju-mundur)

Penggerak motor berfungsi sebagai pengatur arah putaran motor. Ada beberapa tipe rangkaian penggerak motor, diantaranya ada yang menggunakan *relay*, transistor dan ada yang menggunakan IC. Rangkaian penggerak yang menggunakan IC, memiliki kelebihan, diantaranya tidak terjadi *spark* (bunga api) seperti pada *relay*.

Penggerak motor dengan L293D memiliki prinsip kerja yang hampir sama dengan penggerak menggunakan *relay*.

Aktivasi *input* ke L293D, dilakukan dengan mengalirkan tegangan 5V DC.

Kombinasi data kontrol motor L293D terhadap ban robot, dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kombinasi data kontrol motor L293D terhadap ban robot

IN1	IN2	Arah gerak	Posisi ban
0	1	Searah jarum jam	Belok kanan
1	0	Berlawanan arah jarum jam	Belok kiri

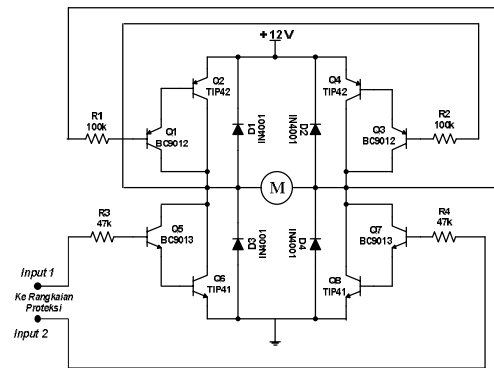
Dari Tabel 1, IN1 dan IN2 berupa rangkaian *switching* untuk aktivasi konfigurasi rangkaian yang terdapat di dalam L293D, yang dihubungkan dengan motor. Keadaan tersebut akan tetap bertahan sampai pengendali tidak lagi memberi *input* DC tegangan 5V DC. Tegangan 12 Vdc berfungsi sebagai sumber tegangan untuk mengaktifkan motor DC agar *actuator* fungsi mekanik dari robot berjalan dengan baik.

IC L293D hanya mampu menyediakan arus sekitar 600 mA secara bersamaan sehingga untuk motor yang menarik arus di atas nilai tersebut, dirancang rangkaian penggerak motor *Half bridge* dengan transistor *Darlington* sebagai basisnya. Rangkaian ini dibangun dengan beberapa transistor tipe NPN yaitu transistor TIP41 dan C9014 serta transistor tipe PNP yaitu transistor TIP42

dan C9012. Rangkaian ini dapat menyediakan arus sampai sekitar 5A.

b. Putaran motor untuk naik turun

Apabila transistor PNP yang kiri aktif, maka transistor NPN kanan juga aktif, PNP kanan dan NPN kiri harus non aktif sehingga lengan robot akan ke bawah. Dalam hal ini, motor bergerak searah jarum jam. Sebaliknya pada saat *transistor* PNP kanan yang aktif, maka *transistor* NPN kiri juga aktif sedangkan PNP kiri dan NPN kanan juga harus non aktif, sehingga lengan robot akan bergerak ke atas. Dalam hal ini, motor bergerak berlawanan arah jarum jam. Dua buah dioda berfungsi untuk mencegah adanya tegangan *reverse* akibat induksi motor. Skematik rangkaian penggerak motor *half bridge* pada Gambar 4.



Gambar 4. Skematik rangkaian penggerak motor *half bridge*

Rangkaian penggerak berfungsi sebagai penggerak motor sesuai dengan

*input* yang diterimanya. Rangkaian penggerak bertindak sebagai pengatur arah gerak motor DC, *forward* (searah jarum jam) atau *reverse* (berlawanan arah jarum jam). Hal ini tergantung dari *input* yang diberikan kepada rangkaian penggerak. Secara teori rangkaian penggerak bekerja dengan sistem *switching* untuk 2 buah motor DC. Dari gambar 6, dapat dilihat penggerak untuk 2 buah motor DC. Jika *input1* diberi *high* dan *input 2* di beri *low* maka keluaran pada *output 1* adalah *high* dan *ouput2* adalah *low* sehingga perputaran motor DC adalah *forward* (searah jarum jam). Sedangkan jika *input 1* diberi *low* dan *input 2* diberi *high* maka perputaran motor DC adalah *reverse* (berlawanan arah jarum jam).

Penggerak motor *half bridge* adalah rangkaian yang menggerakkan lengan robot setelah mendapat *input* dari rangkaian proteksi. Apabila IN1 berlogika 1 maka motor akan bergerak searah jarum jam dan lengan robot akan ke bawah (turun). Ketika IN2 berlogika 1 maka motor akan bergerak berlawanan arah jarum jam dan lengan robot akan ke atas (naik).

Kombinasi dari keluaran putaran motor dan gerak lengan robot, dapat dilihat pada Tabel 2.

Motor *Direct Current* (DC) adalah jenis motor yang digerakkan dengan menggunakan tegangan DC/arus searah. Motor DC terdiri dari *stator* dan *rotor*. *Stator* berupa magnet permanent sedangkan *rotor* berupa kumparan. Apabila kumparan pada *rotor* dialiri arus listrik maka akan timbul medan magnet, yang akan bereaksi dengan medan magnet *stator*, Akibatnya *rotor* akan berputar. Pada motor juga terdapat *reduction gear* untuk memperbesar torsi motor.

Motor DC dapat berputar searah jarum jam dan berlawanan arah jarum jam, sesuai dengan terminal sumber tegangan yang diberikan pada motor DC. Apabila terminal sumber tegangan yang diberikan, sama dengan terminal pada motor DC maka arah putaran motor searah putaran jarum jam dan sebaliknya. Pada dasarnya mesin listrik yang dapat mengubah daya listrik menjadi daya mekanik.

Tabel 2. Kombinasi keluaran putaran motor dan gerak lengan robot

Input		Keluaran Putaran Motor DC	Arah Gerak	Gerak Lengan
IN 1	IN 2			
1	0	1	Searah jarum jam	Ke bawah
0	1	2	Berlawanan jarum jam	Ke atas

Daya *input* berupa daya listrik akan diubah menjadi daya mekanik, hubungan antara tegangan sumber ( $V_r$ ), tegangan jangkar ( $E_a$ ), arus jangkar ( $I_a$ ) dan tahanan jangkar ( $R_a$ ) dapat dituliskan sebagai berikut

$$E_a = V_r - I_a R_a \text{ (Volt) .....persamaan 1}$$

Pada saat mengoperasikan motor, motor akan menghasilkan daya mekanik ( $P_m$ ) dimana daya tersebut dipengaruhi oleh besarnya nilai torsi ( $T$ ), kecepatan sudut ( $\omega$ ), dan putaran motor itu sendiri. Secara jelas hubungan antara daya mekanik ( $P_m$ ), torsi ( $T$ ) dan putaran motor ( $n$ ) dapat dilihat dari persamaan 2, dimana:

$$P_m = \omega.T \text{ (Watt) ..... persamaan 2}$$

Sehingga,

$$\omega = \left[ \frac{2.\pi.n}{60} \right] (m/s) .....persamaan 3$$

Maka :

$$P_m = \left[ \frac{2.\pi.n}{60} \right] T \text{ (watt) .....persamaan 4}$$

Selain itu, besarnya torsi yang timbul pada motor juga ditimbulkan oleh gaya yang dihasilkan oleh fluks, dan arus listrik yang mengalir pada jangkar. Hubungan antara torsi ( $T$ ), gaya ( $F$ ), dan jari – jari penampang jangkar ( $r$ ) dapat dilihat pada persamaan 5, dimana :

$$T = F.r \text{ (Nm) ..... persamaan 5}$$

## BAHAN DAN METODA

Metode penelitian yang dilakukan dalam Analisis Robot Pengangkut Barang Yang Dikendalikan Dengan *Remote Joystick* adalah:

1. Melakukan studi pustaka.
2. Melakukan pengujian mengendalikan arah dan gerak robot pengangkut barang menggunakan remote joystick.
3. Membaca hasil pengujian/pengamatan.
4. Menganalisa hasil pengujian/pengamatan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Blok Diagram Rangkaian

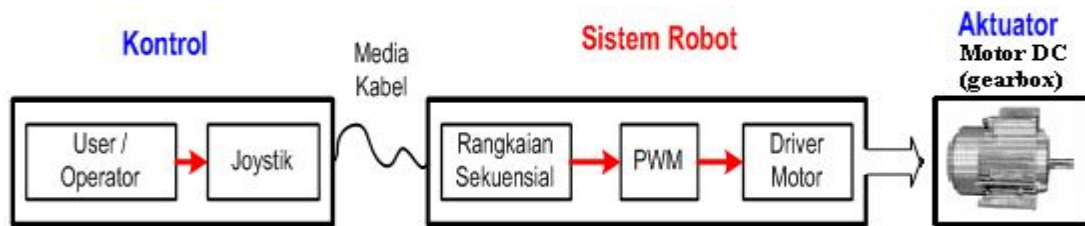
Dalam perancangan suatu sistem, dibutuhkan suatu blok diagram yang dapat menerangkan sistem secara keseluruhan agar sistem yang di buat dapat menjalankan fungsi sebagaimana yang diinginkan. Blok diagram sistem robot pengangkut barang pada Gambar 5.

Dari blok diagram sistem pada gambar 5, dapat dilihat bahwa pergerakan robot sangat terkait dengan operator yang mengendalikan robot dari sebuah *remote kontrol* dan motor yang digunakan *remote kontrol*. Dalam hal ini, motor yang digunakan remote kontrol adalah joystick.

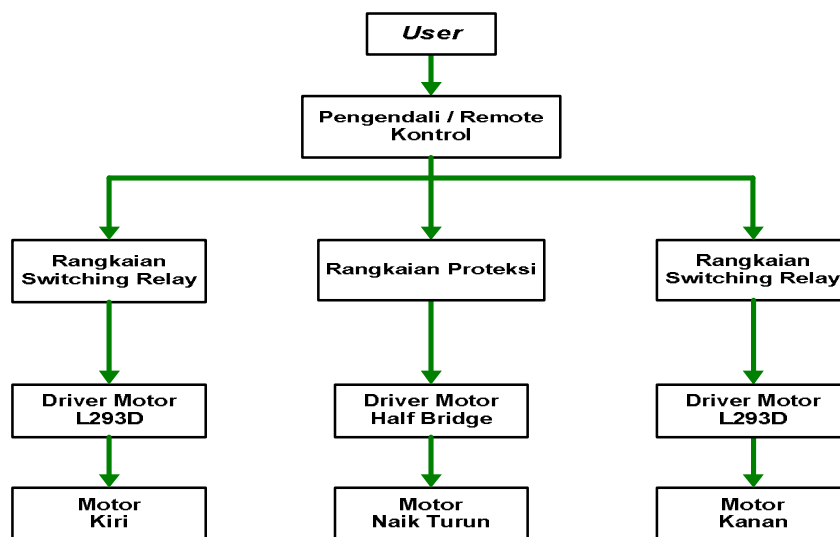
Media penghubung antara joystick dan sistem robot, menggunakan kabel. Hal ini mempertimbangkan suatu pilihan yang ekonomis dan sederhana. *Remote* kontrol yang digunakan pada robot berfungsi sebagai *input* dari rangkaian proteksi pada sistem. Sistem robot terdiri dari rangkaian utama yaitu; rangkaian proteksi, rangkaian penggerak motor yang memiliki masing-masing fungsi yang berbeda. Hasil pengontrolan dari *remote* kontrol mengarah pada pengaturan perputaran arah motor.

Sebagai penggerak roda, terdapat dua motor DC *gearbox*. Disamping itu terdapat juga satu motor DC *gearbox* yang berfungsi sebagai penggerak untuk mengangkat beban. Prinsip kerja diagram blok rangkaian keseluruhan, dapat dilihat pada Gambar 6.

Dari prinsip kerja diagram blok Gambar 6, untuk menggerakkan robot pengangkut barang arah maju, mundur, belok kanan, belok kiri dikontrol oleh beberapa rangkaian, yaitu rangkaian *switching relay*, penggerak motor L293D,



Gambar 5. Blok diagram sistem robot



Gambar 6. Prinsip kerja diagram blok rangkaian keseluruhan



sehingga motor kiri dan kanan akan bergerak sesuai dengan tegangan *input* yang sesuai dengan penggerak motor L293D. Untuk lengan robot akan bergerak naik turun, dikontrol juga oleh beberapa rangkaian yaitu rangkaian gerbang proteksi, rangkaian penggerak motor *half bridge* sehingga lengan robot akan bergerak naik turun sesuai dengan penggerak motor *half bridge*.

Jika robot ingin maju maka saklar *standby* ditekan bersamaan dengan saklar maju. Demikian juga untuk arah atau gerak robot yang lain. Untuk menggerakkan lengan robot, *remote* kontrol memberi *input* ke rangkaian proteksi dan diteruskan ke rangkaian motor *half bridge* sehingga lengan robot akan bergerak ke atas/ke bawah.

Setelah catu daya disuplai ke rangkaian maka *user* menekan *remote* joystick. Penekanan pada *remote* akan mengaktifkan alat/robot. Jika *user* menekan pin 6 pada joystick maka G4 pada rangkaian proteksi akan menghasilkan 1 sehingga penggerak motor *half bridge* akan menggerakkan lengan robot ke bawah. Tetapi jika *user* menekan pin 8 pada *remote* joystick, maka G5 pada rangkaian proteksi akan bernilai 1, sehingga penggerak motor *half bridge* akan menggerakkan lengan robot ke atas.

Sedangkan untuk arah gerak robot maka pin 1 (saklar *standby*) dari *remote* joystick ditekan bersamaan dengan kontak NO dari *relay* 1 sehingga robot bergerak ke kanan. Robot akan bergerak maju, jika pin 9 (saklar *standby*) *remote* joystick ditekan bersamaan dengan kontak NO dari *relay* 2. Sedangkan arah gerak robot untuk mundur, jika pin 11 (saklar *standby*) *remote* joystick ditekan bersamaan dengan kontak NO dari *relay* 3. Jika pin 13 (saklar *standby*) *remote* joystick ditekan bersamaan dengan kontak NO pada *relay* 4, maka arah gerak robot akan ke kiri.

### 3. Pengujian Dan Analisa Rangkaian

Rangkaian penggerak merupakan rangkaian yang berfungsi sebagai kendali motor supaya motor dapat bergerak dua arah putaran yaitu dalam keadaan hidup dan mati. Pada rangkaian ini, yang akan diuji apakah IC L293D aktif apabila diberi masukan tegangan.

Sebuah IC L293D berisi empat buah *push-pull*. Setiap dua buah *push-pull* dapat digunakan sebagai sebuah rangkaian *H-bridge* dan dapat diaktifkan dengan sebuah sinyal *enable*. Dalam penelitian, sebuah rangkaian *H-bridge* pada IC L293D, *input* yang diberi harus berbeda agar motor dapat berputar, tetapi jika *input* yang diberi sama maka motor akan diam.

Hasil Pengujian dari IC L293D terhadap pergerakan robot, dapat dilihat pada Tabel 3.

Dari hasil pengujian Tabel 3, dapat dilihat bahwa apabila  $IN_1$  dan  $IN_3$  bernilai 1 (motor hidup) maka robot bergerak maju. Apabila  $IN_1, IN_2, IN_3$  dan  $IN_4$  bernilai 0 (motor diam), maka kondisi robot akan berhenti atau diam. Apabila  $IN_2$  dan  $IN_4$  bernilai 1 (motor hidup), maka kondisi robot akan mundur. Dan apabila  $IN_1$  dan  $IN_4$  bernilai 0 (motor diam), maka robot akan belok ke kanan. Begitu juga sebaliknya, apabila  $IN_1$  dan

$IN_4$  bernilai 1 (motor hidup), maka robot akan belok ke kiri.

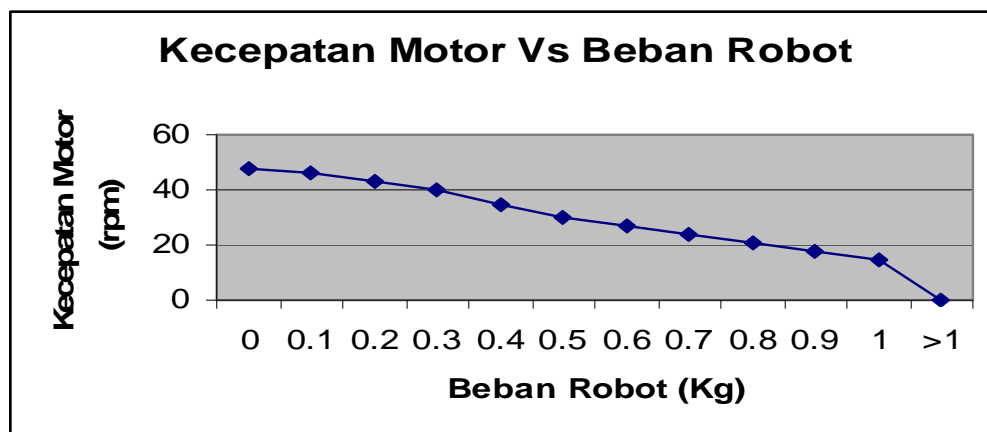
Hasil pengujian perubahan kecepatan motor terhadap beban robot, dapat dilihat pada Gambar 7.

Dari hasil pengujian Gambar 7, dapat dilihat bahwa apabila semakin besar berat beban yang diangkat, maka semakin kecil kecepatan yang dihasilkan oleh motor (motor semakin lambat).

Untuk beban 1 Kg maka kecepatan motor maksimal 15 rpm. Bahkan untuk beban di atas 1 Kg, akan menyebabkan motor berhenti berputar.

Tabel 3. Pengujian IC L293D terhadap pergerakan robot

$IN_1$	$IN_2$	$IN_4$	$IN_3$	Pergerakan Robot
1	0	0	1	Maju
0	0	0	0	Berhenti
0	1	1	0	Mundur
0	1	0	1	Belok kanan
1	0	1	0	Belok kiri



Gambar 7. Pengujian perubahan kecepatan motor terhadap beban robot

Sebaliknya, apabila robot mengangkat beban kecil atau tanpa beban, maka kecepatan yang akan dihasilkan oleh motor menjadi maksimal yaitu 48 rpm.

## KESIMPULAN

Robot ini hanya mempunyai kemampuan mengangkat beban 1 Kg, dengan kecepatan maksimal 15 rpm, sedangkan pada kondisi beban lebih atau lebih dari 1 Kg, maka motor akan mati dan posisi lengan robot akan diam.

Apabila semakin besar berat beban yang diangkat robot maka semakin kecil kecepatan yang dihasilkan oleh motor (motor semakin lambat). Bahkan untuk beban di atas 1 Kg, akan menyebabkan motor berhenti berputar. Sebaliknya, apabila robot mengangkat beban kecil atau tanpa beban, maka kecepatan yang akan dihasilkan oleh motor menjadi besar (maksimal) yaitu 48 rpm.

## DAFTAR PUSTAKA

- An, S.K., Han, S.J., Hur, H.R. & Lee., J. M. 1999. Implementation Of A Remote Peg-In\_Hole Operation Using A Two Degrees of Freedom Force-Reflective Joystick, *Journal Of Electrical Engineering And Information Science*, Vol 4. No. 3, June 1999, <http://www.IntJou05-99EEIS4-3-06.pdf>.
- Achyanto. & Djoko. 1990. *Mesin-Mesin Listrik*, Erlangga, Jakarta.
- Arnold, Rob. 2009. Building an RF Remote Control System For Robotics Control, Reynolds Electronics, <http://ruf-bot.htm>, Akses.
- Anonim. 2010. Sistem Gerak Robot Line Follower Menggunakan Motor DC Berbasis\_Mikrokontroler\_Atmega8 535\_Dengan\_Sensor\_Photodiode, <http://eprints.undip.ac.id/8550/1/pdf>.
- Anonim. 2006. Alat Indikator Gigi dan Lampu Penunjuk Arah Sepeda Motor, Universitas Krida Wacana.
- Anonim. 2010. Robot Arm, <http://www.tryengineering.org>.
- Anonim. 2010. Smart Peripheral Controller DC Motor, MetaLink Corporation <http://www.innovativeelectronics.com>, Akses.
- Bolton, W. 2000. *Mechatronics*, Second Edition Longman, Malaysia.
- Huang, Lee, H., Dong, H. & Aghajan, H. 2010. Robot-Assisted Localization Techniques for Wireless Image Sensor Networks, Stanford University, <http://wsnl.stanford.edu>, Akses.
- Junaedi, M. 2006. Robot Pendeteksi Perpindahan Objek Dengan Ultrasonik, Penerbit Politeknik Elektronika Negeri Surabaya.
- Muchlas. 2005. *Rangkaian Digital*, Penerbit Gavamedia, Yogyakarta.
- Naulan, P.A. 2004. An0010 Bagian Pengendali, ROBO-STORE An-006 Delta Soccer Robo Kit, ROBO-STORE.
- Ogata, Katsuhiko. 1993. *Teknik Kontrol Automatik*, Jilid 1, Cetakan Kelima, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Sulasno. 2009. *Teknik Konversi Energi Listrik dan Sistem Pengaturan*,

- Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta (ISBN: 978-979-756-552-7).
- TOMIOKA KEI (Toshiba Corp.). 1998. Evaluation Of Usability For Remote Controls On Audio-Video Instruments, Journal Human Interface. 14: 67-70, Japan (ISSN : 1345-0794).
- Wijaya. & Mochtar. 2001. Dasar-dasar Mesin Listrik dan Elektronika Daya, Penerbit Gramedia, Jakarta.
- United Nation. 2006. Peralatan Energi Listrik : Motor Listrik, United Nations Environment Programme, [www.energyefficiencyasia.org](http://www.energyefficiencyasia.org), Akses : 17 Juni 2009.