



ISSN 2252-9063

*Kumpulan Artikel Mahasiswa Pendidikan Teknik Informatika*

(*KARMAPATI*)

*Volume 1, Nomor 1, Mei 2012*

## THE DEVELOPMENT OF NXT-G BASED CHARACTER WRITING ROBOT USING LEGO MINDSTORM NXT

By

**Putu Devi Novayanti, NIM 0815051026**

**Information Technology Education Department, Ganesha Education University**

### Abstract

Robot is one of many technological products which is created to help people in doing their business built of some mechanical and electronic series. There are many types of robot which are made for various necessities. One of them is for educational purpose. One kind of beneficial robot to be developed is writing robot. In Germany, there has been the development of writing robot named NXT 8094 which is able to write characters on an A5 paper only. This study aims at further development of writing robot using combination concepts of mobile robot and arm robot. The research objectives are establishing and implementing the mechanical series of writing robot using Lego Mindstorm NXT, NXT-G based writing robot movement system, Microsoft Visual C# 2005 based writing robot controller system, and measuring the accuracy and the average of time used in writing a character of the writing robot.

The software used produce 16 segments of alphabetical and numerical characters. In other hand, the hardware utilized is controlled through a controller software which is used Bluetooth. In operating the robot, the capacity of NXT Brick cell used is between 80-100% in order to obtain maximum result of characters writing. The use of rechargeable cell is strongly recommended. Besides, the mechanical series using gears have to be adjusted to reduce friction which potentially slows the device. The accuracy percentage of the characters writing is measured by using descriptive statistical and mean formula to gain the average of time in writing. The software used in this study is built by using Microsoft Visual C# 2005. This software is also implemented and tried-out in the Windows XP operating system.

**Keywords:** *writing robot, lego mindstorm nxt, nxt-g, 16 segments, bluetooth, Microsoft visual c# 2005*



ISSN 2252-9063

Kumpulan Artikel Mahasiswa Pendidikan Teknik Informatika

(KARMAPATI)

Volume 1, Nomor 1, Mei 2012

## PENGEMBANGAN ROBOT PENULIS KARAKTER BERBASIS NXT-G MENGGUNAKAN LEGO MINDSTORM NXT

Oleh

Putu Devi Novayanti, NIM 0815051026

Jurusan Pendidikan Teknik Informatika, Universitas Pendidikan Ganesha

### Abstrak

Robotika adalah salah satu teknologi yang diciptakan untuk membantu meringankan pekerjaan manusia yang tersusun dari beberapa rangkaian mekanik dan juga elektronik. ada berbagai macam robot yang telah dirancang di berbagai bidang, salah satunya bidang pendidikan. Robot yang menarik untuk dikembangkan adalah robot menulis. Di Jerman sudah pernah ada dikembangkan robot menuli yaitu NXT 8094 Plotter dimana hanya mampu menulis pada kertas berukuran A5. Berdasarkan uraian tersebut penulis ingin mengembangkan lebih jauh jenis robot tersebut dengan menggunakan perpaduan konsep *mobile robot* dan *arm robot*. Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini yaitu merancang dan mengimplementasikan rangkaian mekanik robot penulis menggunakan *Lego Mindstorm NXT*, sistem pergerakan robot penulis berbasis *NXT-G*, sistem pengendali robot penulis berbasis *Microsoft Visual C# 2005* serta mengukur tingkat keakuratan dan rata-rata waktu penulisan sebuah karakter oleh robot penulis.

Perangkat lunak ini menghasilkan karakter huruf dan angka 16 segmen, sedangkan perangkat keras dari robot penulis hanya menggunakan 3 *servo* motor. Perangkat keras robot penulis dikendalikan melalui perangkat lunak pengendali yang menggunakan koneksi *bluetooth*. Dalam pengoperasiannya, daya baterai NXT Brick berkisar antara 80-100% agar mendapatkan hasil penulisan karakter yang maksimal. Dalam hal ini penggunaan baterai yang dapat diisi ulang (*rechargeable*) sangat disarankan. Selain itu rangkaian mekanik dengan menggunakan gear harus disesuaikan untuk mengurangi gaya gesek yang dapat menimbulkan perlambatan gerak motor. Persentase tingkat keakuratan penulisan karakter diukur menggunakan rumus statistik deskriptif dan statistik *mean* untuk mengukur rata-rata waktu penulisan. Perangkat lunak ini dibuat dengan menggunakan Microsoft Visual C# 2005. Perangkat lunak ini juga diimplementasikan dan telah diujicobakan pada sistem operasi berbasis *Windows XP*.

Kata-kata kunci : robot penulis, lego mindstorm nxt, nxt-g, 16 segmen, bluetooth, microsoft visual c# 2005

## 1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi informasi saat ini juga berdampak pada berkembangnya ilmu lain seperti ilmu robotika. Robotika adalah salah satu teknologi yang diciptakan untuk membantu meringankan pekerjaan manusia yang tersusun dari beberapa rangkaian elektronik dan juga mekanik. Saat ini terdapat berbagai alternatif baru dalam pemanfaatan teknologi robot yang lebih efisien dan cepat. Sejumlah penelitian terus dilakukan untuk meningkatkan kemampuan robot untuk dapat bekerja sendiri tanpa adanya campur tangan dari manusia, bahkan robot telah dapat memiliki kecerdasannya sendiri sehingga dapat belajar dan mengembangkan kemampuannya secara mandiri. Salah satu penerapan robotika adalah di bidang pendidikan yang menarik untuk dikembangkan adalah robot menulis. Pembelajaran menulis dengan menggunakan robot menulis diharapkan mampu meng-inspirasi siswa dan memberi keyakinan yang mantap bahwa apa yang mereka pelajari di sekolah, memang bermanfaat bagi kehidupan mereka.

Di Jerman sudah pernah ada robot serupa yang dikembangkan oleh mahasiswa bernama Krystian Majewski yaitu robot NXT 8094 *plotter* yang bisa menulis di kertas berukuran A5 dan cara kerjanya pun serupa dengan cara kerja printer. Keterbatasan penulisan karakter pada kertas dikarenakan bentuk rangkaian mekanik robot yang terbatas. Peneliti tertarik untuk mengembangkan “Robot Penulis Karakter Berbasis NXT-G Dengan Lego Mindstorm NXT”. Penulis ingin mengembangkan lebih jauh jenis robot tersebut, dengan menggunakan perpaduan konsep antara *mobile robot* dan *arm robot* sehingga robot dapat menulis pada kertas yang lebih besar dari kertas A5.

Tujuan dalam penelitian ini adalah membuat robot penulis karakter dimana sistem pergerakan robot menggunakan Lego Mindstorm Edu NXT, sistem pengendali robot menggunakan Microsoft Visual C# 2005 dan mekanik robot menggunakan Lego Mindstorm NXT.

Manfaat dari penelitian ini adalah diharapkan dapat memberikan studi dalam pengembangan robot penulis. Selain itu juga dikembangkan dengan diharapkan dapat meningkatkan motivasi dan minat siswa dalam belajar menulis angka dan huruf.



## 2. Kajian Teori

Robot adalah sebuah alat yang merupakan gabungan antara rangkaian elektronika dan mekanik. Robot dapat melakukan tugas fisik, baik menggunakan pengawasan dan kontrol manusia, ataupun menggunakan program yang telah didefinisikan terlebih dulu (kecerdasan buatan). Robot berasal dari bahasa Czech, *robota*, yang berarti pekerja. Pada dasarnya robot dibuat untuk mendukung dan membantu pekerjaan manusia, seperti yang banyak terlihat di bidang industri dimana robot dapat meningkatkan hasil produksi industri tersebut.

Robot menulis memiliki ciri khas yaitu menggunakan alat tulis ( pena, pensil, atau spidol) yang digunakan untuk menulis karakter atau angka di sebuah kertas. Robot ini pada umumnya menggunakan beberapa motor sebagai penggerak alat tulis maupun landasannya.

Lego Mindstorm NXT adalah perangkat robot edukasional keluaran Lego. Lego Mindstorm NXT dapat diprogram dengan berbagai bahasa pemrograman seperti C dan Java setelah terlebih dahulu mengganti *firmware* lego dengan *firmware* yang sesuai dengan bahasa pemrograman yang akan digunakan. Lego sendiri sudah menyediakan *tool* NXT-G.

*Bluetooth* adalah spesifikasi industri untuk jaringan kawasan pribadi (*personal area networks* atau PAN) tanpa kabel. *Bluetooth* menghubungkan dan dapat dipakai untuk melakukan tukar-menukar informasi di antara peralatan-peralatan. Kelebihan yang dimiliki oleh sistem *Bluetooth* adalah dapat menembus dinding, kotak, dan berbagai rintangan lain walaupun jarak transmisinya hanya sekitar 30 kaki atau 10 meter.

C# (C Sharp) merupakan bahasa pemrograman modern yang berorientasi objek. Secara sintaks C# mirip dengan bahasa-bahasa keluarga C seperti C, C++, dan Java. C# menggabungkan produktifitas dan kemudahan yang ada di Visual Basic dengan kemampuan dan fleksibilitas yang ada di C++, dan menambahkan hal-hal baru yang tidak ada di Java. Kelebihan C# ini mampu membuat aplikasi yang bisa dengan mudah di hubungkan dengan teknologi yang ada pada Microsoft, misalnya untuk sistem operasi XP.

### 3. Analisis dan Perancangan

Pada bagian analisis menjelaskan tentang analisis masalah dan usulan solusi, serta analisis perangkat lunak dan perangkat keras. Selain itu terdapat perancangan perangkat lunak dan perangkat keras dari Robot Penulis Karakter.

#### 3.1 Analisis Perangkat Lunak

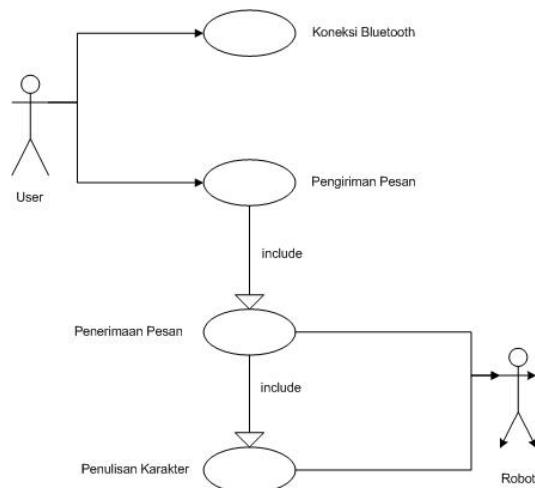
Berdasarkan analisis terhadap pengembangan sistem pengendali robot penulis karakter, terdapat beberapa proses yang dapat diimplementasikan, yaitu:

- a. Melakukan koneksi *Bluetooth* dengan robot
- b. Menerima input sekaligus mengirim perintah penulisan ke robot melalui *Bluetooth*, untuk perangkat lunak pengendali robot
- c. Menerima pesan penulisan karakter melalui *bluetooth*, untuk perangkat lunak robot
- d. Menjalankan motor pada robot untuk menulis karakter

Adapun masukan dan keluaran dari perangkat lunak sistem pengendali robot adalah sebagai berikut:

- a. Masukan untuk proses koneksi *Bluetooth* dengan robot adalah serial *Port COM* dari NXT *Bluetooth*. Keluaran dari proses koneksi *Bluetooth* berupa perubahan teks “connect” pada tombol *connect* menjadi “disconnect” dan *keyboard* virtual yang sebelumnya *disable* menjadi *enable*.
- b. Proses menerima input sekaligus pengiriman perintah ke robot memerlukan masukan berdasarkan karakter yang dipilih *user*. Keluaran dari proses ini berupa sebuah pesan karakter yang berisikan kode karakter yang dipilih *user*.
- c. Proses penerimaan pesan penulisan pada robot memerlukan masukan berupa pesan karakter yang berisikan kode karakter yang dipilih *user*. Keluaran dari proses ini berupa tampilan kode karakter yang terdapat dalam pesan pada layar *NXT Brick*.
- d. Proses menulis karakter memerlukan masukan berupa kode karakter yang terdapat dalam pesan karakter yang diterima. Keluaran dari proses ini berupa pergerakan 3 servo motor untuk menulis karakter sesuai kode karakter yang diterima.

Use Case Diagram dari perangkat lunak yang akan dibuat ditunjukkan oleh gambar 3.1. Pada gambar tersebut dapat dilihat bahwa terdapat dua actor yaitu *user* dan *robot*. *User* dapat menggunakan sistem melalui dua proses yaitu koneksi *Bluetooth* dan pengiriman pesan. Sedangkan *robot* berhubungan dengan proses penerimaan pesan dan penulisan karakter.



Gambar 3.1 Use Case Diagram Perangkat Lunak

### 3.2 Analisis Perangkat Keras

Pada akhir dari penelitian skripsi ini, akan dibangun sebuah perangkat keras berupa robot yang akan dikendalikan oleh perangkat lunak. Perangkat keras yang dibangun mampu mengimplementasikan rangkaian mekanik robot untuk menulis karakter.

Perangkat keras Robot Penulis Karakter merupakan perangkat keras yang dikendalikan dari jarak tertentu oleh perangkat lunak sistem pengendali robot. Perangkat keras robot yang dibangun diharapkan dapat membantu dalam efisiensi penulisan karakter sehingga robot memungkinkan untuk menulis karakter pada kertas yang lebih besar dari kertas A5. Perangkat keras ini juga diharapkan mampu mengimplementasikan perpaduan konsep antara robot *mobile* dengan robot penulis.



### 3.3 Perancangan Perangkat Lunak

Batasan yang terdapat dalam perancangan perangkat lunak sistem pengendali robot penulis karakter yang akan dibuat ini adalah:

- a. Karakter yang dimaksud berupa angka dan huruf 16 segmen.
- b. Karakter yang dihasilkan tidak sejajar dengan badan robot, melainkan tegak lurus terhadap arah pergerakan badan robot.
- c. Pada perangkat lunak robot, sebuah *file* hanya dapat menyimpan beberapa program penulisan karakter karena keterbatasan memori pada NXT *Brick* dan batasan ukuran sebuah file NXT Program pada NXT Brick.

### 3.4 Perancangan Perangkat Keras

Batasan yang terdapat dalam perancangan perangkat keras robot penulis karakter yang akan dibuat ini adalah

- a. Rangkaian Mekanik Robot dirakit sesuai landasan kertas berukuran A4 atau sejenisnya.
- b. Motor yang digunakan dalam perangkat keras robot sebanyak 3 buah.

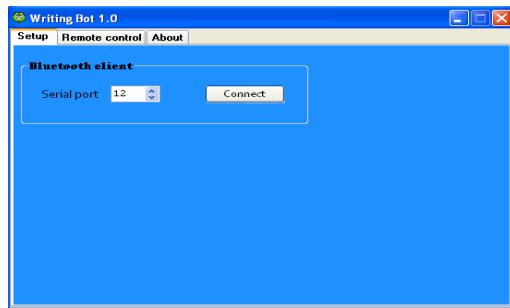
## 4. Implementasi dan Pengujian

Bahasan pada bagian ini meliputi implementasi perangkat lunak dan perangkat keras, beserta pengujian perangkat lunak dan perangkat keras.

### 4.1. Implementasi Perangkat Lunak

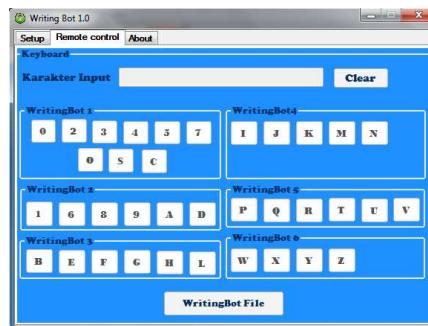
Hasil implementasi dari perancangan layar antar muka perangkat lunak berupa tampilan visual untuk *user interface* sesuai dengan lingkungan implementasi perangkat lunak. Rancangan layar antar muka perangkat lunak pengendali robot diimplementasikan menggunakan control-control yang terdapat pada *Microsoft Visual C# 2005*.

Pada *form* utama terdapat beberapa menu utama yang ditampilkan yaitu menu Setup, Remote Control, dan About, seperti pada gambar 4.1. Ketika *form* utama tampil, maka yang muncul adalah layar *setup* dimana layar ini memiliki fungsi untuk koneksi *Bluetooth*. Untuk melakukan koneksi *Bluetooth* ke robot, *user* harus memilih nomor serial Port COM dari robot dan selanjutnya *user* bisa mengklik tombol ‘Connect’.

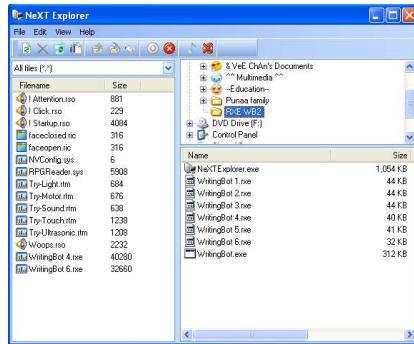


Gambar 4.1 Implementasi Form Utama Sistem Pengendali Robot

Pada layar *Remote Control* akan terdapat banyak tombol karakter berupa angka dan huruf. *User* dapat memilih salah satu tombol untuk mengendalikan robot dengan syarat *file NXT Program* untuk karakter yang dipilih sedang dalam keadaan *running*. Ketika *user* mengklik sebuah tombol karakter, maka sistem akan mengirimkan pesan ke robot yang berisikan perintah penulisan karakter sesuai tombol yang dipilih *user*. Tombol ‘WritingBot File’ digunakan untuk memanggil NeXT Explorer yang digunakan untuk mengontrol NXT Brick robot. Implementasi layar *Remote Control* ditampilkan pada Gambar 4.2 dan aplikasi NeXT Explorer pada gambar 4.3 berikut ini.



Gambar 4.2 Implementasi Layar Remote Control Sistem Pengendali Robot



Gambar 4.3 NeXT Explorer

#### 4.2. Implementasi Perangkat Keras

Perangkat keras robot penulis karakter dikembangkan pada lingkungan sebagai berikut.

- Rangkaian mekanik robot dirakit menggunakan Lego Mindstorm *Education* set 9797 dan set 9648.
- Robot penulis karakter ini dijalankan pada landasan yang datar.

Hasil implementasi dari perancangan mekanik perangkat keras menggunakan perangkat Lego Mindstorm *education* set 9797 dan set 9648. Karena keterbatasan motor, sehingga pergerakan maju dan mundur oleh 4 roda dipusatkan pada motor A (belakang). Motor B (depan bawah) berfungsi untuk pergerakan alat tulis ke kiri dan ke kanan. Sedangkan untuk motor C (depan atas) digunakan untuk pergerakan alat tulis ke atas dan ke bawah. Komponen-komponen Lego Mindstorm NXT yang digunakan dapat dilihat pada lampiran 2. Sedangkan rangkaian mekanik yang telah diimplementasikan seperti gambar 4.5 berikut.



Gambar 4.5 Implementasi Mekanik Perangkat Keras Robot Penulis Karakter

### 4.3. Pengujian Perangkat Lunak

Pengujian perangkat lunak merupakan proses menjalankan dan mengevaluasi sebuah perangkat lunak secara manual maupun otomatis untuk menguji apakah perangkat lunak sudah memenuhi persyaratan atau belum untuk menentukan perbedaan antara hasil yang diharapkan dengan hasil sebenarnya.

#### 4.3.1. Pengujian Proses Koneksi Bluetooth

Pelaksanaan pengujian proses koneksi *Bluetooth* dilakukan dengan memberi *input* nomor *serial Port* NXT untuk mengetahui respon yang diberikan oleh perangkat lunak Sistem Pengendali Robot Penulis Karakter terhadap *input* tersebut. Pengujian berhasil jika teks pada tombol *Connect* berubah menjadi *Disconnect* dan tombol pada tab *Remote Control* berubah *Enable*.

#### 4.3.2. Pengujian Proses Pengiriman Pesan

Pelaksanaan pengujian proses pengiriman pesan dilakukan dengan memberi *input* yang telah tersedia pada antarmuka perangkat lunak untuk mengetahui respon yang diberikan oleh perangkat lunak Sistem Pengendali Robot Penulis Karakter terhadap *input* tersebut. *Input* tersebut berupa tombol-tombol karakter yang terdapat pada aplikasi pengendali robot yang selanjutnya akan dikirim berupa paket pesan yang berisikan kode *mailbox* dan kode karakter ke NXT Program.

#### 4.3.3. Pengujian Proses Penerimaan Pesan

Pelaksanaan pengujian proses penerimaan pesan dilakukan dengan melihat output pada layar NXT Brick untuk mengetahui respon yang diberikan oleh perangkat lunak Sistem Pengendali Robot Penulis Karakter terhadap *input* yang diterima dari proses pengiriman pesan. *Output* dari proses pengiriman pesan diterima sebagai *input* oleh NXT Program pada robot, selanjutnya sistem akan menampilkan kode karakter yang diterima pada layar NXT Brick.

#### 4.3.4. Pengujian Proses Menulis Karakter

Pelaksanaan pengujian proses menulis karakter dilakukan dengan melihat *output* melalui pergerakan robot untuk mengetahui respon yang diberikan oleh perangkat lunak Sistem Pengendali Robot Penulis Karakter terhadap *input* yang diterima dari proses penerimaan pesan. *Output* dari proses penerimaan pesan diterima sebagai *input* pada proses penulisan karakter,

selanjutnya sistem akan memilih ID karakter yang sesuai dengan input yang diterima dan menjalankan program penulisan yang terpilih.

#### 4.3.5. Pengujian Tingkat Keakuratan Hasil Penulisan Karakter

Pelaksanaan pengujian tingkat keakuratan hasil penulisan karakter dilakukan dengan menghitung persentase jumlah *led* dari karakter yang dihasilkan berdasarkan jumlah *led* pada karakter 16 segmen. Perhitungan persentase tingkat keakuratan menggunakan metode analisis statistik deskriptif. Pengujian untuk karakter “0” disamakan dengan karakter “O”, dikarenakan keterbatasan memori NXT *Brick* untuk setiap *file WritingBot*. Ukuran karakter hasil ditentukan melalui durasi pada setiap motor block di dalam NXT Program. Motor A, B dan C menggunakan durasi bertipe detik (Seconds), dimana untuk motor A besar durasi yang digunakan antara 0,7-3 detik, motor B menggunakan durasi antara 0,2-5 detik, dan motor C menggunakan durasi 0,1 detik. Secara keseluruhan karakter yang dihasilkan sudah akurat, hal ini dibuktikan dengan persentase jumlah led karakter hasil 100% tepat.

#### 4.3.6. Pengujian Proses Rata-rata Waktu Penulisan Karakter

Pelaksanaan pengujian durasi waktu penulisan karakter dilakukan dengan mengukur waktu penulisan setiap karakter. Pengukuran waktu penulisan karakter dimulai ketika *user* memilih sebuah karakter, selanjutnya dilakukan perhitungan rata-rata waktu penulisan seluruh karakter. Pengujian dilaksanakan saat kondisi level baterai NXT *Brick* antara 80-100%. Rata-rata waktu penulisan seluruh karakter yaitu 5.15 detik.

#### 4.3.7. Evaluasi Pengujian Perangkat Lunak

Secara umum hasil pengujian fungsional (*black box testing*) menunjukkan bahwa sistem sudah bisa menangani data masukan dan menampilkan output yang sesuai dengan apa yang direncanakan. Hasil pengujian konseptual (*white box testing*) menunjukkan bahwa sistem telah melaksanakan mekanisme algoritma sesuai dengan yang direncanakan.

Namun dalam penelitian ini menemukan hambatan pada sistem pengendali robot penulis karakter yang dihasilkan, yaitu masalah hasil penulisan karakter. Hasil penulisan karakter dipengaruhi secara signifikan oleh level baterai NXT *Brick*. Karakter yang dihasilkan ketika level baterai 100% berbeda dengan karakter yang dihasilkan ketika level baterai dibawah 80%.

#### 4.4. Pengujian Perangkat Keras

Pengujian perangkat keras merupakan proses menjalankan dan mengevaluasi sebuah perangkat keras secara manual maupun otomatis untuk menguji apakah perangkat keras sudah memenuhi persyaratan atau belum untuk menentukan perbedaan antara hasil yang diharapkan dengan hasil sebenarnya.

##### 4.4.1. Pelaksanaan Pengujian Perangkat Keras

Pelaksanaan pengujian perangkat keras robot penulis karakter dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Pelaksanaan Uji Kasus Perangkat Keras

No	Uji Coba	Komponen Robot	Penanganan	Pelaksanaan
1	Bergerak maju dan mundur	Motor A	Motor A bergerak maju atau mundur	✓
2	Bergerak ke kiri dan ke kanan	Motor B	Motor B bergerak ke kiri dan ke kanan	✓
3	Bergerak ke atas dan ke bawah	Motor C	Motor C bergerak ke atas dan ke bawah	✓

##### 4.4.2. Evaluasi Pengujian Perangkat Keras

Secara umum hasil pengujian perangkat keras menunjukkan bahwa robot sudah bisa melakukan pergerakan sesuai dengan apa yang direncanakan. Namun dalam penelitian ini menemukan hambatan pada rangkaian mekanik yang dihasilkan, yaitu masalah pergerakan motor B. Pada rangkaian mekanik motor B menggunakan perpaduan beberapa gear yang dapat menimbulkan peningkatan gaya gesek ketika bagian pemegang alat tulis bergerak ke kanan. Selain itu banyaknya perintah penulisan karakter yang diterima mempengaruhi kecepatan motor B. Pergerakan motor akan lebih lambat ke arah kanan ketika melakukan proses penulisan karakter secara berturut-turut.

## 5. Kesimpulan

- a. Rancangan fungsional sistem pengendali robot penulis karakter pada penelitian ini digambarkan oleh *use case diagram* dan *activity diagram*. Pada *use case diagram* terdapat 4 proses yaitu : proses melakukan koneksi *Bluetooth*, proses mengirim pesan, proses menerima pesan, dan proses menulis karakter. Rancangan *form* perangkat lunak dan mekanik perangkat keras dibuat dalam bentuk gambar sederhana yang menyerupai tampilan dari *form* dan mekanik yang akan dibuat.
- b. Implementasi sistem pengendali robot penulis karakter menghasilkan suatu program aplikasi yang menangani proses melakukan koneksi *Bluetooth*, proses mengirim pesan, proses menerima pesan, dan proses menulis karakter. Sedangkan implementasi perangkat keras menghasilkan sebuah robot yang dapat melakukan pergerakan robot ke depan dan ke belakang, pergerakan alat tulis ke kiri dan ke kanan, serta ke atas dan ke bawah dalam menulis karakter.

## 6. Saran

- a. Sebaiknya robot penulis karakter menggunakan baterai yang dapat diisi ulang (*rechargeable*) untuk mengatasi masalah hasil penulisan karakter yang dipengaruhi oleh level baterai pada *NXT Brick*.
- b. Sebaiknya rancangan mekanik robot penulis karakter pada komponen pemegang alat tulis dirangkai menggunakan perpaduan beberapa gear yang lebih sesuai sehingga dapat mengurangi gaya gesek yang menimbulkan perlambatan pada gerakan motor.

## 7. Daftar Pustaka

- Crisnapati, Padma Nyoman. 2009. Mengendalikan Lego NXT Robo Laptop Secara Remote Via Bluetooth Dan Wifi Berbasis Webcam. Tugas Akhir Jurusan Teknik Informatika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- C, Bernardus Very. 2010. "Pemrograman Robot Lego (RCK & NXT)". <http://www.scribd.com/doc/52207064/5-Modul-Pemrogram>. (Diakses tanggal 4 April 2011).
- Deitel, H.M. et.al. 2002. C# How To Program. New Jersey : Prentice-Hall.
- Garjo, Cah. 2010. "Bluetooth, Logo dan Sejarahnya". <http://garjo.mywapblog.com/bluetooth-logo-dan-sejarahnya>. (Diakses tanggal 4 April 2011).
- Igos Center Bandung. 2009. "Lego Mindstorm NXT". [http://saung.igoscenter.org/LEGO\\_Mindstorm\\_NXT](http://saung.igoscenter.org/LEGO_Mindstorm_NXT). (Diakses tanggal 4 April 2011).
- Pradika, Swandana Hersa. 2010. Implementasi Robot Pendekripsi Cahaya Benda Beserta Lokasinya. Tugas Akhir Jurusan Teknik Informatika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Racmatullah, Argo. 2004. "Berkenalan Dengan C# dan CLR". <http://awank.web.ugm.ac.id/files/e-book/c%23-tutorial>. (Diakses tanggal 19 Maret 2011).
- Sudjana. 2005. Metoda Statistika. Bandung: PT.Tarsito.
- Teknik Mesin Industri. 2011. "Segment Display". <http://tehnikmesinindustri.blogspot.com/2011/02/segment-display.html>. (Diakses tanggal 3 November 2011).
- The LEGO Group, 2006. "LEGO MINDSTORM NXT Bluetooth Developer Kit". [http://cache.lego.com/upload/contentTemplating/MindstormsOverview/otherfiles/2057/LEGO%20MINDSTORMS%20NXT%20Bluetooth%20Developer%20Kit\\_58CE458E-5292-4CB0-93D2-4BEC821C13C2.zip](http://cache.lego.com/upload/contentTemplating/MindstormsOverview/otherfiles/2057/LEGO%20MINDSTORMS%20NXT%20Bluetooth%20Developer%20Kit_58CE458E-5292-4CB0-93D2-4BEC821C13C2.zip). (Diakses tanggal 20 Maret 2011).