SIMULATOR ROBOT KURSI RODA ARDUINO UNO R3 CONTROLER VIA BLUETOOTH BERBASIS SMART PHONE ANDROID

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna

Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)

Pada Program Studi Sistem Informasi UN PGRI Kediri

OLEH

SHENDY LANGGENG EKO WIBOWO

NPM. 11.1.03.03.0240

JURUSAN SISTEM INFORMASI

FAKULTAS TEKNIK

UN PGRI KEDIRI

2016

Skripsi oleh:

SHENDY LANGGENG EKO WIBOWO

NPM: 11.1.03.03.0240

Judul:

Simulator Robot Kursi Roda Arduino Uno R3 controller Via Bluetooth berbasis Smartphone Android

Telah disetujui untuk diajukan Kepada
Panitia Ujian/Sidang Program Studi Sistem Informasi
Fakultas Teknik UNP Kediri

Tanggal :

Pembimbing I	Pembimbing II
Dr.Atrup, M.Pd., MM.	**Ratih Kumalasari N, M.Kom.**
NIDN. 0709116101	**NIDN. 0710018501**

ii

Skripsi oleh:

SHENDY LANGGENG EKO WIBOWO

NPM : 11.1.03.03.0240

Judul :

SIMULATOR ROBOT KURSI RODA ARDUINO UNO R3 CONTROLLER VIA BLUETOOTH BERBASIS SMART PHONE ANDROID

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian/Sidang Skripsi
Program Studi Sistem Informasi Fakultas Teknik UNP Kediri
Pada Tanggal: 14 Januari 2016

Dan Dinyatakan Telah Memenuhi Syarat

Panitia Penguji:

1. Ketua : Dr. Attrup, M.Pd., MM.
2. Penguji 1 : Ardi Sanjaya, M.Kom.
3. Penguji 2 : Resty Wulanningrum, M.Kom.

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik

Dr. Suryo Widodo, M.Pd.
NIP. 19640202 199103 1 002

iii

SIMULATOR ROBOT KURSI RODA ARDUINO UNO R3 CONTROLER VIA BLUETOOTH BERBASIS SMART PHONE ANDROID

Shendy Langgeng Eko Wibowo
11.1.03.03.0240
Fak. Teknik – Prodi Sistem Informasi
Email: shendy.langgengekow@gmail.com
Dr.Atrup, M.Pd., MM [1] dan Ratih Kumalasari N, M.Kom [2]
UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI

ABSTRAK

Dalam skripsi ini dibahas mengenai *Simulator Robot Kursi Roda Arduino Uno R3 controller Via Bluetooth berbasis Smartphone Android*.Robot ini merupakan salah satu bentuk robot beroda yang memiliki komponen utama diantaranya, seperti mesin Arduino Uno R3, Bluetooth Modul, Led, BreadBoard yang dirangkai untuk menghasilkan jenis kendaraan yang berjalan secara otomatis dengan kecepatan tertentu sesuai dengan arah penggerak remot smartphone android.

Di dalam rangkaian Robot ini terdapat 3 bagian utama, yaitu bagian sensor Bluetooth, Arduino Uno R3, Motor Dinamo. Untuk bagian sensor digunakan Bluetooth HC 05, sedangkan Driver motor IC L293D sebagai penggerak 2 buah motor secara bersamaan atau sebagian, sebagai penggerak rodanya. Hasil uji coba rangkaian Robot ini menunjukkan performa yang mampu berjalan di beberapa medan, diantaranya medan lurus, mundur, berputar kekanan, berputar kekiri dan stop.

Berdasarkan simpulan Robot Simulator Kursi Roda Arduino Uno R3 ini menggunakan 1 IC penggerak untuk 2 motor dinamo, jika robot di buat nyata seperti halnya kursi roda yang sesungguhnya maka di butuhkan motor dinamo yang besar sebagai penggerak beban yang lebih berat, juga diperlukan modul motor driver sebagai penguat gerak dinamo motor, dan jarak pada robot ini hanya terjangkau kurang lebih hanya 100-200meter tergantung pada kemampuan hardware smartphone yang digunakan, sebab untuk koneksi menggunakan bluetooth, jadi tiap smartphone mungkin menggunakan hardware yang berbeda kemampuannya.

Kata kunci : *Robot Arduino Uno R3 kontrol via bluetooth Smartphone Android.*

I. Latar Belakang Masalah

Keunggulan dalam teknologi robot saat ini tidak dapat dipungkiri dan telah lama dijadikan salah satu icon kebanggaan negara–negara maju. Kecanggihan teknologi yang dimiliki, gedung-gedung tinggi yang mencakar langit, kota-kota yang modern, belum terasa lengkap tanpa kepiawaian dalam dunia robot. Kata robot yang berasal dari bahasa *Czech, robot*, yang berarti perkerja dua tema yang terkait erat ini otomasi dan robot industri, dapat di jabarkan sebagai berikut:

Otomasi dapat didefinisikan sebagai teknologi yang berlandaskan pada aplikasi sistem mekanik, elektronik, dan komputer. Robot adalah komponen utama dalam teknologi otomasi yang dapat berfungsi sebagai layaknya buruh atau pekerja yang terus menerus tanpa lelah. Robot indutri dapat diciptakan untuk menggantikan posisi-posisi pekerja dalam bagian produksi, seperti buruh dengan keahlian rendah hingga teknisi professional dalam keahlian tertentu (Pitowarno, Endra 2006).

Sekarang ini, teknologi yang sudah berkembang dengan pesat setiap waktunya, memungkinkan kita untuk merancang dan menganalisa tentang Robot Arduino, dengan piranti yang sudah ada sepereti eletronika dan komputer. Komputer dapat di jadikan sebagai piranti masukan dan keluaran, dimana akan mempermudah sebuah objek memasuki seuatu ruangan.

Dalam kasus ini, sering didapati banyaknya orang lanjut usia yang sering terjangkit penyakit *stroke* dan juga banyak saya temui cacat fisik lahir,sehingga mengalami kesulitan untuk berjalan, maka dari itu di butuhkan suatu teknologi robotik yang terimplementasi untuk kursi roda otomatis yang dapat bergerak kemana-mana dengan kontrol remote Hp berbasis Androiddengan koneksi *via* bluetooth.

II. Dasar Arduino

Arduino Uno sebenarnya adalah salah satu kit mikrokontroler yang berbasis pada ATmega28. Modul ini sudah dilengkapi dengan berbagai hal yang dibutuhkan untuk mendukung mikrokontroler untuk bekerja, tinggal colokkan ke power suply atau sambungkan melalui kabel USB ke PCmu Arduino Uno ini sudah siap sedia. Arduino Uno ini memilki 14 pin digital input/output, 6 analog input, sebuah resonator keramik 16MHz, koneksi USB, colokan power input, ICSP header, dan sebuah tombol reset.Arduino Uno

R3 adalah seri terakhir dan terbaru dari seri Arduino USB.

Gambar 2.1. Arduino Uno R3

1. Spesifikasi Arduino Uno(Gunawan, 2008)
   a) Mikrokontroler Atmega328
   b) Catu Daya 5V
   c) Teganan Input (rekomendasi) 7-12V
   d) Teganan Input (batasan) 6-20V
   e) Pin I/O Digital 14 (of which 6 provide PWM output)
   f) Pin Input Analog 6
   g) Arus DC per Pin I/O 40 mA
   h) Arus DC per Pin I/O untuk PIN 3.3V 50 mA
   i) Flash Memory 32 KB (Atmega328) dimana 0.5 KB digunakan oleh bootloader
   j) SRAM 2 KB (Atmega328)
   k) EEPROM 1 KB (Atmega328)
   l) Clock Speed 16 MHz
2. Teknologi Robotika

Perkembangan robot sangat berkaitan erat dengan adanya kebutuhan dalam dunia industri modern yang menuntut adanya suatu alat dengan kemampuan yang tinggi yang dapat membantu menyelesaikan pekerjaan manusia ataupun menyelesaikan pekerjaan yang tidak mampu diselesaikan oleh manusia.

3. Disiplin Ilmu Pembentuk Robotika

Robot merupakan salah satu produk Mekatronika yang berkembang pesat dewasa ini, dimana pada dasarnya merupakan gabungan dari beberapa tekhnologi terutama :

   a. Teknologi Elektronika
   b. Teknologi Mekanik

Mengingat sebagian besar dari robot yang ada saat ini adalah robot yang *intelligent* , maka dapat dikatakan bahwa robot merupakan salah satu produk dari tekhnologi otomasi seperti gambar di bawah ini

(Widodo Budiharto &Firmansyah, 2004)

4. Board Arduino Uno

Arduino Uno menurut Santos(2010) adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328. Memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan Board Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang-ke adaptor-DC atau baterai untuk menjalankannya. Dan untuk kendali mesin utama robot yang saya bahas di bab ini saya menggunakan arduino uno r3 dengan rincian board seperti di bawah ini :

1. Microcontroller ATmega328
2. Operasi dengan daya 5V Voltage
3. Input Tegangan (disarankan) 7-12V
4. Input Tegangan (batas) 6-20V
5. Digital I / O Pins 14 (dimana 6 memberikan output PWM)
6. Analog Input Pin 6
7. DC Lancar per I / O Pin 40 mA
   Saat 3.3V Pin 50 mA DC
8. Flash Memory 32 KB (ATmega328) yang 0,5 KB digunakan oleh bootloader
9. SRAM 2 KB (ATmega328)
10. EEPROM 1 KB (ATmega328)
11. Clock Speed 16 MHz

5. Daya yang dibutuhkan

Uno Arduino dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan satu daya eksternal(otomatis).

Eksternal (non-USB) daya dapat berasal baik dari AC-ke adaptor-DC atau baterai. Adaptor ini dapat dihubungkan dengan menancapkan plug jack pusat-positif ukuran 2.1mm

konektor POWER. Ujung kepala dari baterai dapat dimasukkan kedalam Gnd dan Vin pin header dari konektor POWER.Kisaran kebutuhan daya yang disarankan untuk board Uno adalah7 sampai dengan 12 volt, jika diberi daya kurang dari 7 volt kemungkinan pin 5v Uno dapat beroperasi tetapi tidak stabil kemudian jikadiberi daya lebih dari 12V, regulator tegangan bisa panas dan dapat merusak board Uno.

6. Pin listrik

Tegangan masukan kepada board Arduino ketika itu menggunakan sumber daya eksternal (sebagai pengganti dari 5 volt koneksi USB atau sumber daya lainnya).Satu daya digunakan untuk daya mikrokontroler dan komponen lainnya.Sebuah pasokan 3,3 volt dihasilkan oleh regulator on-board, GND. Ground pin.

7. Memori

ATmega328 memiliki 32KB(dengan 0,5 KB digunakan untuk bootloader),2KB dari SRAM dan 1 KB EEPROM (yang dapat dibaca dan ditulis dengan EEPROM liberary).

8. Input dan Output

Masing-masing dari 14 pin digital di Uno dapat digunakan sebagai input atau output, dengan menggunakan fungsi *pinMode*,*digitalWrite*, dan *digitalRead*, beroperasi dengan daya 5 volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima maksimum 40 mA dan memiliki internal pull-up resistor (secara default terputus) dari 20-50 kOhms. Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus:*Serial*: 0 (RX) dan 1 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirimkan (TX) TTL data serial. Pin ini dihubungkan ke pin yang berkaitan dengan chip Serial ATmega8U2 USB-to-TTL.

Eksternal menyela: 2 dan 3. Pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu interrupt pada nilai yang rendah, dengan batasan tepi naik atau turun, atau perubahan nilai.

Lihat (attachInterrupt) fungsi untuk rincian lebih lanjut.*PWM*: 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Menyediakan output PWM 8-bit dengan fungsi *analogWrite*.*SPI*: 10 (SS), 11 (Mosi), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin ini mendukung komunikasi SPI menggunakan *SPI library*.*LED*: 13. Ada built-in LED terhubung ke pin digital 13. Ketika pin bernilai nilai HIGH, LED on, ketika pin bernilai LOW, LED off.Uno memiliki 6 masukan analog, berlabel A0 sampai dengan A5,yang masing-masing menyediakan 10 bit dengan resolusi (yaitu 1024 nilai yang berbeda). Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus: *I2C: A4 (SDA) dan A5 (SCL)*. DukunganI2C (TWI)komunikasi menggunakan perpustakaan Wire.Tegangan referensi (0 sampai 5V saja) untuk input analog. Digunakan denganfungsi*analogReference*.

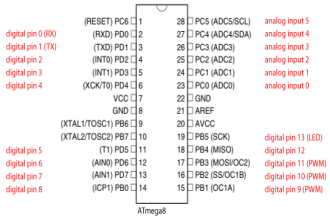
9. Komunikasi

Uno Arduino memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, Arduino lain, atau mikrokontroler lainnya. ATmega328 menyediakan UART TTL (5V) untuk komunikasi serial, yang tersedia di pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). Sebuah ATmega8U2 sebagai saluran komunikasi serial melalui USB dan sebagai port virtual com untuk perangkat lunak pada komputer. Firmware ’8 U2 menggunakan driver USB standar COM, dan tidak ada driver eksternal yang diperlukan. Namun, pada Windows diperlukan, sebuah file inf. Perangkat lunak Arduino terdapat monitor serial yang memungkinkan digunakan memonitor data tekstual sederhana yang akan dikirim ke atau dari board Arduino. LED RX dan TX di papan tulis akan berkedip ketika data sedang dikirim melalui chip USB-to-serial dengan koneksi USB ke komputer (tetapi tidak untuk komunikasi serial pada pin 0 dan 1).Sebuah

SoftwareSerial library memungkinkan untuk berkomunikasi secara serial pada salah satu pin digital pada board Arduino Uno.ATmega328 juga mendukung I2C (TWI) dan komunikasi SPI. Perangkat lunak Arduino termasuk perpustakaan Kawat untuk menyederhanakan penggunaan bus I2C,Untuk komunikasi SPI, menggunakan perpustakaan SPI

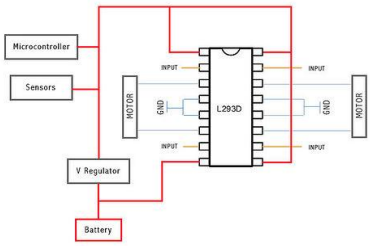
10. Pemrograman

Seperti yang sudah diutarakan sebelumnya, salah satu kelebihan dari arduino Uno ini adalah didukung oleh software Arduino IDE (Integrated Development Enviroment) untuk melakukan penulisan pemrograman. Bahasa pemrogramannya pun berdasarkan bahasa C yang mudah untuk dpelajari dan sudah didukung oleh library yang lengkap. Uno Arduino dapat diprogram dengan menggunakan software Arduino. Pilih "Arduino Uno dari menu> Peralatan Board (sesuai dengan mikrokontroler. Dan skema mikrocontrol atmega8 arduino bisa di lihat di gambar 2.4:



Gambar 2.4Arduino Pin Mapping

Mikrokontrol IC L293D (*sebagai penggerak motor dinamo*)Konstruksi Pin Driver Motor DC IC L293D dapat dilihat dari gambar 2.5



Gambar 2.5 Pin Driver Motor IC L293D

11. Fungsi Pin Driver Motor DC IC L293D
    1. Pin EN (Enable, EN1.2, EN3.4) berfungsi untuk mengijinkan driver menerima perintah

untuk menggerakan motor DC.

2. Pin In (Input, 1A, 2A, 3A, 4A) adalah pin input sinyal kendali motor DC
3. Pin Out (Output, 1Y, 2Y, 3Y, 4Y) adalah jalur output masing-masing driver yang dihubungkan ke motor DC
4. Pin VCC (VCC1, VCC2) adalah jalur input tegangan sumber driver motor DC, dimana VCC1 adalah jalur input sumber tegangan rangkaian kontrol dirver dan VCC2 adalah jalur input sumber tegangan untuk motor DC yang dikendalikan.
5. Pin GND (Ground) adalah jalu yang harus dihubungkan ke ground, pin GND ini ada 4 buah yang berdekatan dan dapat dihubungkan ke sebuah pendingin kecil.

Driver motor DC IC L293D memiliki feature yang lengkap untuk sebuah driver motor DC sehingga dapat diaplikasikan dalam beberapa teknik driver motor DC dan dapat digunakan untuk mengendalikan beberapa jenis motor DC. Feature yang dimiliki driver motor DC IC L293D sesuai dengan datasheet adlah sebagai berikut :

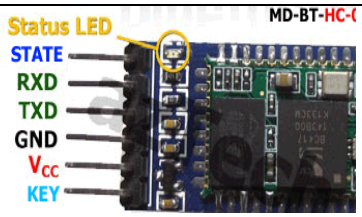
1. *Wide Supply-Voltage Range*: 4.5 V to 36 V
2. *Separate Input-Logic Supply*
3. *Internal ESD Protection*
4. *Thermal Shutdown*
5. *High-Noise-Immunity Inputs*
6. *Functionally Similar to* SGS L293 *and* SGS L293D
7. *Output Current* 1 A Per Channel (600 mA for L293D)
8. *Peak Output Current* 2 A Per Channel (1.2 A for L293D)

9. *OutputClampDiodes for Inductive Transient Suppression(*L293 D). (Rui Santos, 2010)

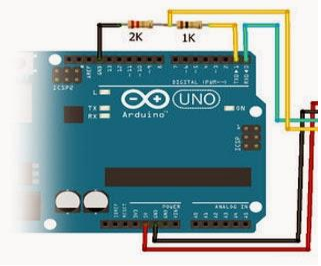
12. Kontroller Bluetooth HC -05

Modul Bluetooth HC-05/BO adalah modul siap pakai untuk membuat *embedded project* Anda memiliki kemampuan berkomunikasi secara serial dengan protokol standar Bluetooth versi 2.0. Papan Inti HC-05 (menggunakan *chipset* CSR BC417) sudah dipasangkan dengan adapter koneksi (*back-plane break-out board*) sehingga mudah untuk digunakan, cukup menghubungkan modul ini dengan kabel koneksi.(Dian Artanto, 2012).Modul inti HC-05 memiliki dua modus kerja: modus eksekusi manual (merespons saat diperintahkan) dan modus koneksi otomatis. Modus koneksi ini dapat dipilih lewat P_{IN} (PIO.11) pada papan inti, yang mana pada modul ini sudah diset ke mode eksekusi manual.Pada moda eksekusi manual, modul ini dioperasikan lewat perintah AT (*AT commands*) yang dikirimkan secara serial. Koneksi secara *default* diset di kecepatan 9,600 bps (bisa dikustomisasi antara 1200 bps hingga 1,35 Mbps). Berbeda dengan HC-06 4-pin yang hanya bisa berperan sebagai *slave device*., module HC-05/BO dengan 6 pin I/O ini dapat berperan juga sebagai *bluetooth master device*.Satu daya untuk untuk modul ini sebesar 3v3 (untuk pengguna Arduino, Anda bisa meyambungkan keluaran 3v3 ke pin Vcc pada modul ini). Besar arus yang digunakan antara 8 mA (saat komunikasi) hingga 30 mA saat proses*pairing*.

Untuk Konfigurasi hardware bluetooth bisa di lihat di Gambar 2.6- Gambar 2.7, di situ terpaparkan jelas pin masing-masing bluetooth dan cara menghubungkan ke mesin arduino tersebut.



Gambar 2.6Contoh konfigurasi pin Bluetooth HC



Gambar 2.7 Contoh implementasi Bluetooth HC 05

Spesifikasi Bluetooth HC-05

1. Memenuhi spesifikasi Bluetooth v2.0 + EDR.
2. Frekuensi kerja pada pita frekuensi ISM 2.4 GHz.
3. Modulasi GFSK (*Gaussian Frequency Shift Keying*).
4. Daya emisi ≤ 4 dBm (*Class 2*).
5. Sensitivitas ≤ - 84 dBm pada 0.1 % BER.
6. Kecepatan pada moda asinkron maksimum 2.1 Mbps (Max) / 160 kbps.
7. Kecepatan pada moda sinkron 1Mbps.
8. Fitur keamanan dengan otentifikasi dan enkripsi data.
9. Catu daya 3,3 Volt DC dengan konsumsi arus 50 mA.
10. Rentang suhu operasional dari -20°ree;C hingga + 75°ree;C.
11. Ukuran modul 15,2 x 35,7 x 5,6 mm.

III. HASIL DAN KESIMPULAN

1. HASIL

Berikut ini adalah hasil implementasi Simulator Robot yang telah dibuat :

a) Pengujian Sistem dan berjalannya Robot

Gambar berikut adalah ujicoba test berjalanya robot yang telah selesai, Robot bisa di gerakan Maju,berputar kekanan, berputar kekiri, stop, dan juga mundur sesuai dengan perintah dari remote

smartphone android , gambar pengujian berjalannya robot ada sebagai berikut :

Gambar 5.3 Tampilan SmartPhone belum terhubung dengan robot

Gambar dibawah adalah tampilan dimana smartphone proses penyambungan pada bluetooth robot yang sudah tersambung, perhatikan gambar 5.4

Gambar 5.4 Tampilan terhubungnya Smartphone dengan Robot

Gambar 5.5 adalah gambar test dimanaa robot sedang berjalan ke depan, dan di test berjalan ke depan tersebut robot berjalan dengan baik tanpa ada hambatan masalah

Gambar 5.5 Tampilan Robot berjalan ke depan

Gambar 5.6 adalah gambar test dimanaa robot sedang berjalan kebelakang/ mundur, dan di test berjalan ke belakang tersebut robot berjalan dengan baik tanpa ada hambatan masalah

Gambar 5.6 Tampilan Robot berjalan mundur

Tampilan Gambar 5.7 adalah test putaran robot yang sedang berputar kekanan,dan uji test putaran berjalan lancar

Gambar 5.7 Tampilan Robot Berputar kekanan

Pada Gambar 5.8 uji test robot berputar kekiri,dan uji test putaran berjalan lancar seperti pada gambar di bawah:

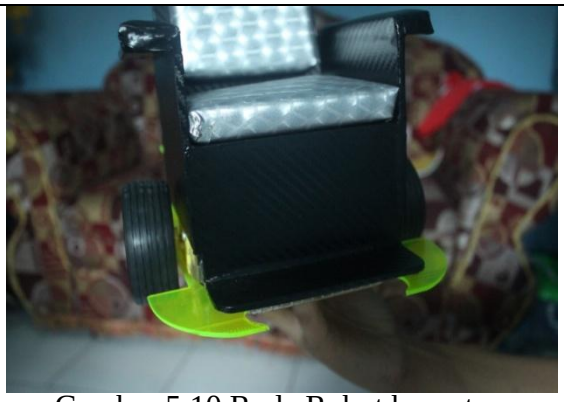
Gambar 5.8 Tampilan Robot sedang berputar kekiri

Tampilan Gambar di bawah ini adalah tampilan uji test STOP pada robot, robot sengaja di lajukan kedepan setelah itu tombol remote Stop pada smartphone dipencet maka robot yang sedang melajupun akan berhenti . Perhatikan Gambar 5.9

Gambar 5.9 Tampilan Robot

b) Analisa protoype Robot

Dalam analisa prototype robot ini membahas tentang cara kerja robot bergerak, pertama-tama laju robot akan maju jika roda / dinamo robot kanan kiri bergerak kedepan secara serentak maka robot akan maju kedepan lihat gambar 5.10 berikut :

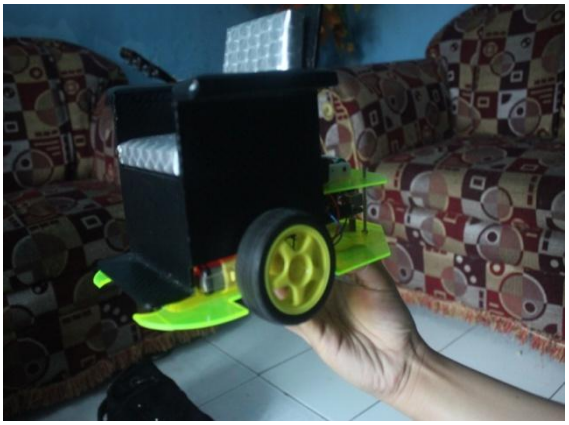


Gambar 5.10 Roda Robot berputar kedepan

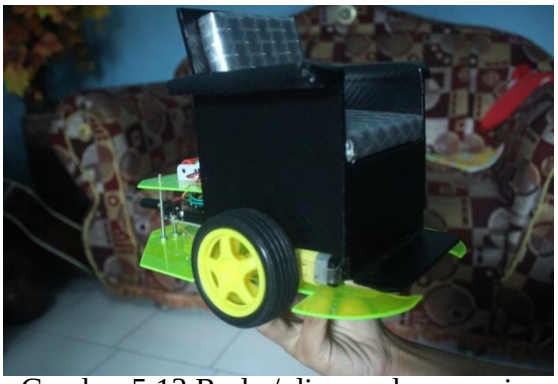
Begitupun sebaliknya robot akan berjalan kebelakang saat 2 dinamo motor bergerak kebelakang secara serentak maka akan membuat robot berjalan ke belakang. Perhatikan gambar 5.11 berikut :

Gambar 5.11 Roda berputar kebelakang

Untuk proses berputar kekiri atau kekanan, roda robot/dinamo akan berputar salah satu, sehingga membuat robot berputar kekiri ataupun kekanan. Jika robot berputar kekiri maka roda / dinamo robot yang sebelah kiri saja yang akan bergerak, jika robot berputar kekanan maka roda/ dinamo robot sebelah kanan saja yang akan berputar. Seperti gambar 5.12 dan Gambar 5.13 berikut :



Gambar 5.12 Roda / dinamo kiri saja yang berputar (berputar kiri)



Gambar 5.13 Roda / dinamo kanan saja yang berputar (berputar kanan)

Dan mengenai jangkauan robot dan remote control itu tergantung dengan bluetooth masing-masing smartphone yang di pakai, semakin jauh jangkauan bluetooth smartphone ,maka semakin jauh pula kita bisa mengkontrol dan menjalankan robot dari jarak jauh

pula,biasanya jarak di masing-masing bluetooth smartphone hanya berkisar di 100-200meter saja.

IV. DAFTAR PUSTAKA

[1] Budiharto, Widodo, 2005. ”Panduan Lengkap Belajar Mikrokontroller dan Aplikasi Mikrokontroller”, PT Elex Media Komputindo

[2] Catsoulis, Jhon. 2002. ”Designing Embedded Hardware”, O`Reilly.

[3] Dian Artanto, 2012. *Mikrokontroller Elektronika Dasar Untuk Bangun Rancangan Robot*.PT Elex Media Komputindo

[4] Gunawan Hendro, 2008. *Diambil dari Http://ndoware.com/apa-itu-arduino-uno.html*. Diakses pada tanggal 8 Agustus 2015. Pada pukul 23.00.

[5] Lukito, Yuan. 2008. Algoritma dan Pemrograman. Yogyakarta: Penerbit UKDW.

[6] Mazidi, Muhammad Ali and Mazidi, Janice Gillispie. 2000.”The 8051 Microcontroller and Embedded Systems”, Prentice Hall.

[7] Mc Comb, Gordon,2001. ”The Robot Builder`s Bonaza (second edition)”, McGrawHill.

[8] McComb, Gordon. 2001. *The Robot Builder’s Bonanza.* Amerika: Penerbit Mc Graw-Hill.

[9] Muchlis, Nurfajria. 2011. *Pembuatan Robot Ziobot Untuk Penjejak Garis Dan Pengangkat Barang Dengan Sensor Jarak Berbasis Mikrokontroller.*Jakarta: Universitas Gunadarma.

[10] Nugraha, Mara.2011. *Robot Pemandu Wisata Kebun Binatang Menggunakan Atmega8535 Dengan Sistem Suara.* Jakarta: Universitas Gunadarma.

[11] Pitowarno,Endra. 2006. *Robotikadisain, kontrol, dan kecerdasan buatan Menggunakan Arduino UNO R2.* Penerbit : Andi.

[12] Rui Santos,2010. Diambil dari *Http://www.instructables.com/id/Control-your-motors-with-L293d-and-Arduino/*. Diakses pada

tanggal 8 Agustus 2015. Pada Pukul 00.05.

[13] Rui Santos,2010. Diambil http.//arduino.cc/en/Main/arduinoBoardUno. Diakses pada tanggal 8 Agustus 2015. Pada Pukul 00.05

[14] Widodo Budiharto, Firmansyah. 2004.*Elektronika Digital dan Mikroprosesor*. Penerbit : Andi.

[15] Widodo Budiharto, 2008. *Teknik membangun robot cerdas masa depan*. Penerbit : Andi.