

RANCANG BANGUN *MOBILE ROBOT* PEMANTAU RUANGAN MELALUI *BLUETOOTH* DENGAN *MOBILE PHONE* BERBASIS ANDROID

(Design of Mobile Robot for Room Monitoring Using Android-based Mobile Phone)

Johannes Mario Kristanto*, Lukas**

**Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro
Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya**

***duotrezeguet@yahoo.com, **lukas@atmajaya.ac.id**

Abstrak

Sistem pemantau ruangan umumnya menggunakan kamera yang ditempatkan di sudut-sudut tertentu pada suatu ruangan. Gambar hasil tangkapan kamera kemudian ditampilkan pada layar *monitor* yang terletak di ruangan lain. Sistem ini memiliki kekurangan dalam hal jarak pemantauan dan sudut pengambilan kamera yang terbatas. Untuk mengatasi masalah tersebut, dapat dibangun suatu sistem pemantau ruangan yang dapat terhubung ke internet sebagai sarana penghubung antara kamera dan layar *monitor*. Sebuah kamera pada *mobile phone* digunakan untuk menangkap gambar ruangan, kemudian gambar hasil tangkapan kamera diamati oleh sebuah *device* yang mengakses internet. Masalah mengenai sudut pengambilan gambar dapat diatasi dengan menempatkan *mobile phone* di atas sebuah robot yang dapat dikendalikan arah gerakannya oleh *device*. Sebuah modul *bluetooth* digunakan sebagai penghubung antara *mobile robot* dan *mobile phone*. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa komunikasi *bluetooth* antara *mobile robot* dan *mobile phone* memungkinkan pengendalian *mobile robot* dari internet, sehingga sistem pemantau ruangan jarak jauh dapat tercapai.

Kata Kunci: pemantau ruangan, *mobile robot*, *mobile phone*, internet, *bluetooth*

Abstract

Room monitoring system generally uses a camera placed in certain room corners. The camera images are then displayed on the monitor screen located in another room. The shortcomings of this system include limited monitoring distance and angle of the camera. A room monitoring system linked to the internet can be built to connect the camera and the monitor screen to overcome the shortcomings. A mobile phone camera is used to capture room images. The captured images are further observed by using devices with internet connection such as mobile phone or portable computer. Placing a mobile phone on top of a robot controlled by a device can solve problems with the camera angles. A bluetooth module is used to link the mobile robot and the mobile phone. The test results show that bluetooth communication between mobile robot and mobile phone is possible for remote room monitoring system.

Keywords: room monitoring, *mobile robot*, *mobile phone*, internet, *bluetooth*

Tanggal Terima Naskah : 07 Juni 2013

Tanggal Persetujuan Naskah : 19 Juni 2013

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem pemantau ruangan dengan menggunakan kamera sudah banyak digunakan untuk sistem pengamanan. Pada sistem tersebut kamera ditempatkan di sudut-sudut tertentu pada suatu ruangan dan kemudian gambar hasil tangkapan kamera dapat dilihat pada layar *monitor* yang terletak di ruangan lain. Umumnya sistem tersebut menggunakan kabel untuk menghubungkan kamera dengan layar *monitor*, karena itu jarak pemantauan menjadi terbatas. Selain itu, sistem seperti ini bersifat statis/memiliki posisi yang tetap, sehingga sudut pengambilan pun terbatas.

Kemajuan teknologi saat ini memungkinkan pertukaran data melalui internet dengan kecepatan tinggi. Oleh karena itu, dapat dibangun suatu sistem pemantau ruangan dengan memanfaatkan kecepatan internet yang tinggi sebagai sarana penghubung antara kamera dan layar *monitor*. Alat yang populer digunakan untuk mengakses internet adalah *mobile phone*. Kamera pada *mobile phone* tersebut akan digunakan untuk menangkap gambar ruangan, kemudian gambar tersebut dapat diamati oleh sebuah *device* yang dapat mengakses internet (misalnya *mobile phone* atau *laptop*). Permasalahan sudut pengambilan gambar dapat diatasi dengan menempatkan *mobile phone* di atas sebuah robot yang dapat dikendalikan arah gerakannya oleh *device*. Dalam hal ini, *device* selain berfungsi untuk mengamati gambar ruangan, juga digunakan sebagai pengendali robot.

1.2 Tujuan

Tujuan yang hendak dicapai adalah merancang dan membangun robot patroli dengan kendali jarak jauh melalui internet yang dapat diaplikasikan pada sistem pemantau ruangan.

1.3 Batasan Masalah

Pembatasan masalah untuk penelitian ini adalah:

- 1) Jalur berwarna hitam dengan lebar 2,4 cm
- 2) Pintu antarruangan dalam keadaan terbuka sehingga dapat dilewati oleh robot
- 3) Jalur lintasan memiliki maksimal 4 (empat) cabang dan tidak ada subcabang
- 4) Permukaan jalur lintasan yang diuji yaitu kertas putih, lantai coklat kayu licin, lantai abu-abu, dan lantai krem.

Perangkat lunak yang digunakan:

- 1) *Delta Studio 3*
- 2) *Altium Designer Winter 09*
- 3) *Jen's File Editor*
- 4) *AVR Studio 4*
- 5) *Eclipse Classic 3.6.2* yang sudah terinstal *AndroidDevelopment Tools (ADT) Plugin*.

2. KONSEP DASAR

2.1 *Mobile Robot*

Mobile Robot adalah konstruksi robot yang ciri khasnya adalah mempunyai aktuator berupa roda untuk menggerakkan keseluruhan badan robot tersebut, sehingga robot tersebut dapat melakukan perpindahan posisi dari satu titik ke titik yang lain. Seringkali terdapat beberapa sensor yang terpasang pada *mobile robot* untuk mengatur pergerakannya tersebut [1].

2.2 Aktuator

Aktuator adalah sebuah peralatan mekanis untuk menggerakkan atau mengontrol sebuah mekanisme atau sistem. Salah satu contoh aktuator tenaga elektrik yang banyak digunakan dalam aplikasi *mobile robot* adalah motor *direct current* (DC) [1].

2.2.1 Motor DC

Motor *Direct Current* (DC) adalah motor yang bekerja pada arus DC dan memiliki kecepatan putar tinggi. Pada *mobile robot*, motor DC biasa dipasangkan dengan rangkaian *driver* sebagai pengendalinya.

2.2.2 Motor Driver IC L293D

IC L293D merupakan rangkaian *H-bridgedriver* yang dikemas dalam sebuah IC dengan kemampuan yang lebih unggul dibandingkan *H-bridge* biasa (transistor yang dirangkai menjadi *H-bridge*). Keunggulannya antara lain [2]:

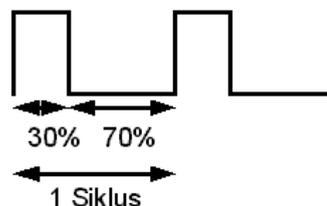
- Mudah digunakan
- Mampu menangani dua (dua) motor
- Arus dan tegangannya relatif lebih besar daripada transistor
- Terdapat diode untuk mengurangi induksi tegangan sehingga motor yang digunakan lebih awet.

2.2.3 Differential Drive

Differential drive adalah metode pengendali gerak robot dengan memanfaatkan perbedaan arah putar dua buah motor yang terhubung dengan roda.

2.2.4 Pulse Width Modulation (PWM)

Pulse Width Modulation (PWM) adalah salah satu teknik yang lazim digunakan untuk mengatur kecepatan motor DC. PWM bekerja dengan cara membuat gelombang persegi yang memiliki perbandingan pulsa *high* terhadap pulsa *low* pada skala tertentu, biasanya diskalakan dari 0 hingga 100%. Besar skala tersebut menentukan lebar pulsa *high* dan *low* dalam satu periode yang akan diatur. Perbandingan pulsa *high* terhadap *low* akan menentukan jumlah daya yang diberikan ke motor DC. Contoh gelombang persegi untuk pemberian daya 30% pada satu siklus dapat dilihat pada Gambar 1.

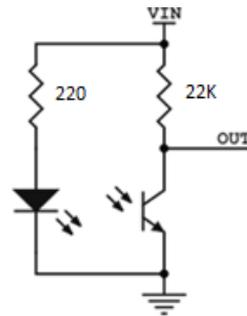


Gambar 1. Gelombang persegi PWM

2.3 Sensor Infra Merah

Sensor infra merah adalah rangkaian elektronik yang menggunakan fototransistor dan *Light Emitting Diode* (LED) infra merah, yang dihubungkan secara optik. Antara LED infra merah dan fototransistor dipisahkan oleh jarak. Jauh dekatnya jarak

mempengaruhi besar intensitas cahaya yang diterima oleh fototransistor. Rangkaian sensor infra merah dapat dilihat pada Gambar 2.

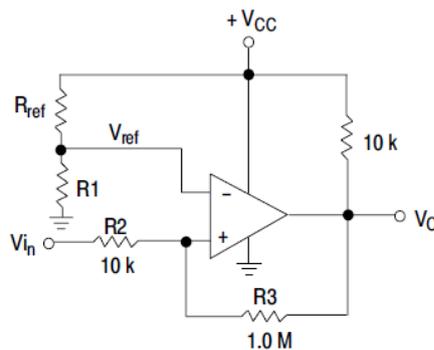


Gambar 2. Sensor infra merah

Keluaran dari sensor infra merah seringkali dihubungkan dengan komparator untuk menghasilkan keluaran logika.

2.4 Komparator

Komparator adalah salah satu aplikasi dari *operational amplifier* (op-amp), yang memiliki fungsi membandingkan besar dua potensial yang diberikan. Cara kerja dari piranti komparator adalah membandingkan beda potensial yang diberikan pada *input* terminal A (+) dan B (-). Jika tegangan $A > B$ maka tegangan *output* akan saturasi, jika tegangan $A < B$ atau $A = B$ maka tegangan *output* = 0. Gambar 3 adalah contoh dari rangkaian komparator *non-inverting*.



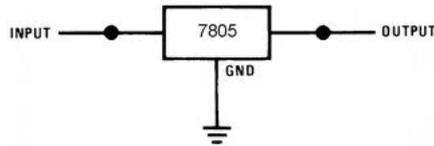
Gambar 3. Rangkaian komparator *non-inverting*

ICLM339 adalah IC komparator yang terdapat empat modul komparator sekaligus dalam satu IC [3].

2.5 Regulator Tegangan dan IC LM7805

Regulator tegangan adalah rangkaian pengatur tegangan agar tegangan yang keluar dari rangkaian tetap pada satu nilai meskipun tegangan masukannya lebih besar dari nilai yang diinginkan.

IC LM7805 adalah Regulator tegangan dengan tiga terminal yang sudah jadi dan terangkai dalam satu kemasan berbentuk *chip*. Simbol dari IC LM7805 dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Simbol IC regulator MC7805

Spesifikasi IC LM 7805 adalah sebagai berikut [4]:

- 1) Tegangan keluaran stabil di 5 Volt
- 2) Arus keluaran sampai dengan 1 Ampere
- 3) Terdapat pelindung panas
- 4) Terdapat perlindungan untuk hubungan singkat
- 5) Tidak diperlukan komponen tambahan.

2.6 Mikrokontroler AT89S51

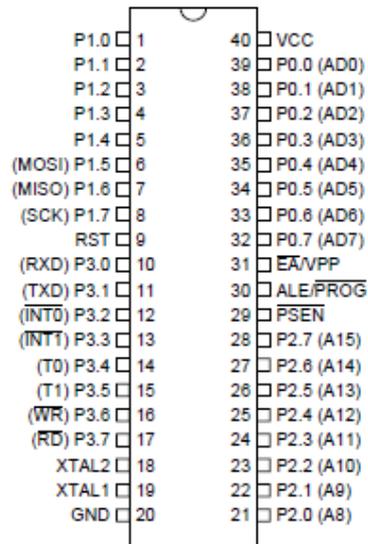
Mikrokontroler AT89S51 sering disebut sebagai *flash microcontroller* karena *Read-only Memory* (ROM) internal yang digunakan adalah *Electrically Erasable ROM* (EEPROM) dengan kapasitas memori ROM 4 KB (internal). Fasilitas inilah yang digunakan untuk menyimpan program ke mikrokontroler. Konfigurasi *pin* mikrokontroler AT89S51 dapat dilihat pada Gambar 5.

Penggunaan mikrokontroler AT89S51 memiliki beberapa keuntungan dan keunggulan, diantaranya [5]:

- Komponen *hardware* eksternal yang lebih sedikit
- Kemudahan dalam pemrograman
- Memiliki program internal yang mudah untuk dihapus dan diprogram kembali secara berulang-ulang
- Hemat dari segi biaya.

Mikrokontroler AT89S51 memiliki spesifikasi sebagai berikut [6]:

- Kompatibel dengan semua produk MCS-51.
- Didukung 4 KB *ISP downloadable flash memory* (sampai 1000 kali tulis-hapus).
- Memiliki tiga level *program memory lock*.
- Kapasitas 128 byte RAM internal.
- Memiliki 32 *programmable I/O* yang dapat digunakan semua.
- Memiliki dua buah *Timer/Counter* 16 bit.
- *Flexible ISP programming* (*Byte dan page mode*).
- Frekuensi kerja 0 sampai dengan 33 MHz.
- Tegangan operasi 4,0 Volt sampai dengan 5,5 Volt.



Gambar 5. Konfigurasi pin mikrokontroler AT89S51

2.7 Bluetooth

Bluetooth adalah spesifikasi industri untuk jaringan kawasan pribadi (*personal area networks* atau PAN) tanpa kabel. *Bluetooth* beroperasi dalam pita frekuensi 2,4 GHz dengan menggunakan sebuah *frequency hopping transceiver* yang mampu menyediakan layanan komunikasi data dan suara secara *real time* antara *host bluetooth* dengan jarak terbatas.

Radio frequency communication (RFCOMM) adalah salah satu protokol *bluetooth* yang sering digunakan untuk pertukaran data. Aplikasinya sama dengan RS-232 *serial port*. Oleh karena itu, RFCOMM sering juga disebut tiruan dari *serial port* [7].

2.8 Bluetooth module MB-C04

Bluetooth module MB-C04 adalah modul *bluetooth device* yang dipakai untuk menghubungkan mikrokontroler dengan *mobile phone*. Bentuk fisik dari *Bluetooth module* MB-C04 dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. *Bluetooth module* MB-C04

MB-C04 memiliki spesifikasi sebagai berikut [5]:

- 1) *Main Chip*: CSR BC04
- 2) *Frequency Band*: 2,4 GHz ISM
- 3) *Standard*: *Bluetooth* 2.0

- 4) *RF Power*: 0~4dBm
- 5) Antena: Eksternal
- 6) *Working Distance*: 10 meters
- 7) *Sensitivity*: -80 dBm or better
- 8) Dimensi (mm): 21,5 x 15 x 3
- 9) *Profile*: SPP, HCI

2.9 *Android*

Android merupakan sebuah sistem operasi perangkat *mobile* berbasis Linux yang mencakup sistem operasi, *middleware*, dan aplikasi. Keunggulan utama *Android* adalah gratis dan *open source* bagi pengembang (*programmer*) untuk membuat aplikasi. Setiap *release*-nya diberi kode nama berdasarkan nama hidangan makanan [6].

Struktur aplikasi *Android* ditulis dalam bahasa pemrograman *Java*. Kode *Java* dikompilasi bersama dengan *file resource* yang dibutuhkan oleh aplikasi. Prosesnya di-*package* oleh *tools* yang dinamakan “*apt tools*” ke dalam paket *Android*, sehingga menghasilkan *file* dengan ekstensi *apk*. *File* *apk* ini yang disebut dengan aplikasi, dan nantinya dapat dijalankan pada *device*/peralatan *mobile*.

3. PERANCANGAN DAN REALISASI SISTEM

3.1 Arsitektur Sistem Pemantauan Ruangan melalui Internet

Sistem pemantau ruangan melalui internet (*Internet Monitoring System/iMon*) terdiri dari perangkat keras (*Eye Robot/iBot*) dan perangkat lunak. *iBot* terdiri dari enam modul dan *duamode* operasi. Enam modul pada *iBot* adalah modul sensor, modul mikrokontroler, modul pengendali motor, modul regulator tegangan, modul tampilan LED, dan modul *bluetooth*. *Mode* operasi pada *iBot* adalah *mode* mandiri dan *mode* manual. Pada *mode* mandiri, *iBot* memiliki kemampuan untuk bergerak patroli mengikuti garis berdasarkan jalur yang telah dibuat (*line follower*). Pada *mode* manual, pengguna dapat mengontrol pergerakan *iBot*, yaitu pengguna dapat menghentikan pergerakan *iBot* dan mengarahkan *iBot* menuju ke suatu ruangan. Rancangan perangkat lunak terdiri dari aplikasi *web* (program *client*) dan aplikasi *Android* berbasis *Java* (program *iBot*). Diagram blok *iMon* dapat dilihat pada Gambar 7.

3.2 Spesifikasi *iBot* dan Perangkat untuk Pengguna

iBot menggunakan sebuah *mobile phone* yang berfungsi sebagai *server* yang akan ditempatkan pada *robot*. Spesifikasi *mobile phone* untuk *server*, yaitu:

- Menggunakan sistem operasi *Android 2.3 (Gingerbread)*
- Mendukung jaringan Wi-Fi dan *bluetooth*
- Memiliki kamera dengan resolusi minimal 0.3 *Megapixel*.

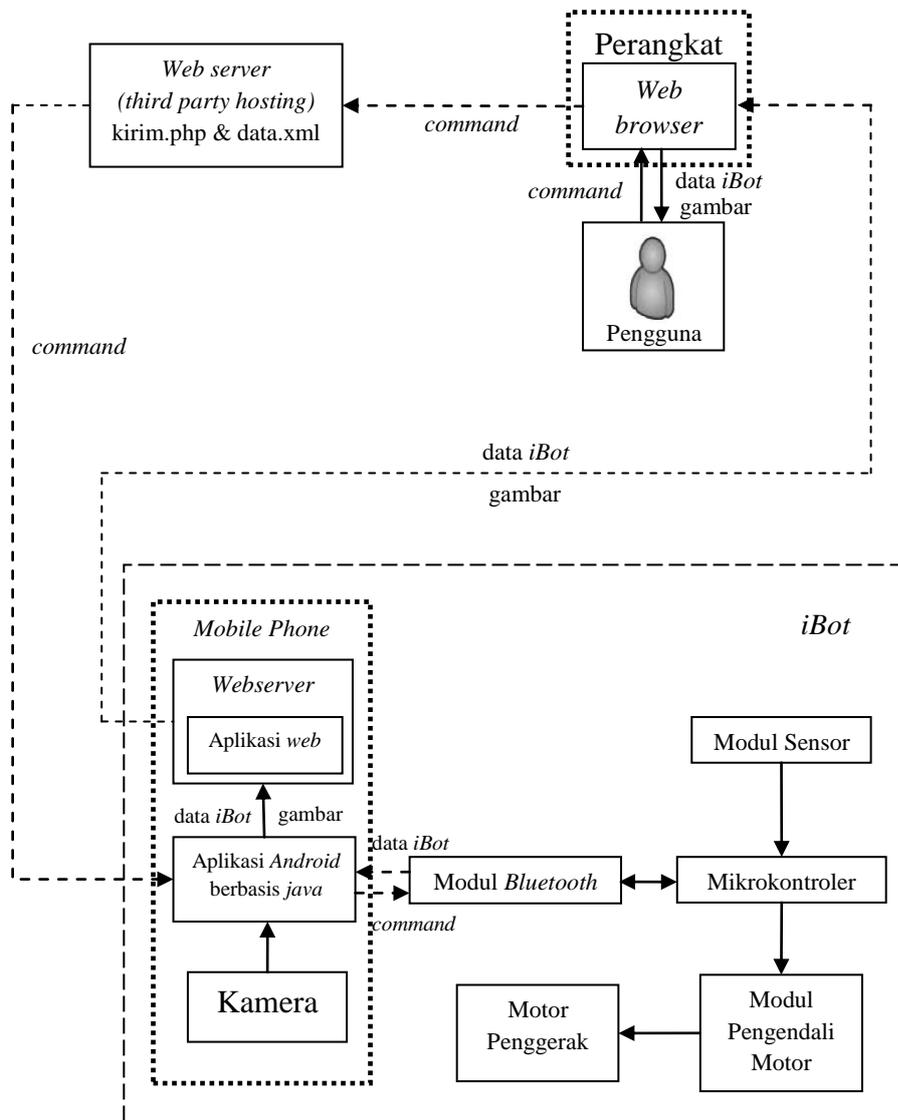
Sketsa dan dimensi *iBot* dapat dilihat pada Gambar 8. *iBot* memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- 1) Satu buah *gearbox* tamiya yang terhubung dengan dua buah roda
- 2) Duabuaah roda *caster*
- 3) Dua buah motor DC untuk penggerak *mobile robot* dengan metode *differential drive*
- 4) Satu buah motor DC untuk mengatur arah tangkapan kamera *mobile phone*
- 5) Dua buah motor *driver IC L293D*
- 6) Modul sensor, yang terdiri dari lima buah LED infra merah, lima buah fototransistor, lima buah LED untuk *display*, dan dua buah IC komparator LM339.
- 7) Pemroses menggunakan mikrokontroler AT89S51

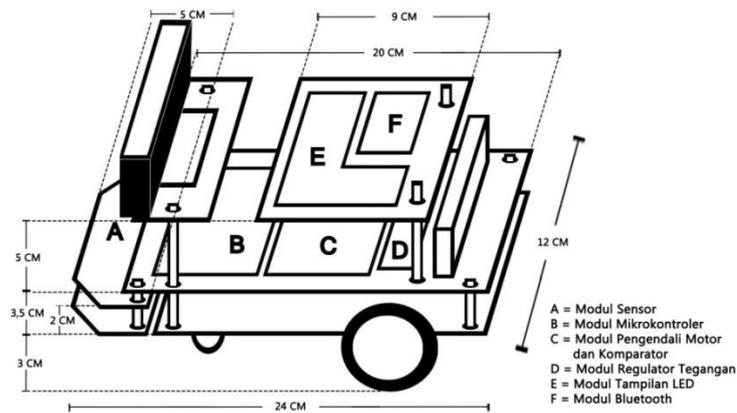
- 8) Antarmuka mikrokontroler dan *mobile phone* menggunakan modul *Bluetooth* jenis MB-C04
- 9) Aki kering 10 Volt 850 mAh dan rangkaian regulator tegangan 5 Volt sebagai catu daya mikrokontroler, modul *bluetooth*, dan modul sensor
- 10) Baterai NiCD 7,2 Volt 1500 mAh sebagai catu daya modul pengendali motor.

Program *client* dapat diakses pengguna melalui berbagai perangkat seperti *mobile phone*, komputer, *laptop*, *Personal Digital Assistant* (PDA), dan sebagainya. Spesifikasi perangkat untuk pengguna, yaitu:

- Memiliki fitur koneksi ke internet
- Memiliki *browser*, seperti *Google Chrome*, *Mozilla*, *Opera Mini*, atau program *browser* lainnya.



Gambar 7. Diagram blok *iMon*



Gambar 8. Sketsa dan dimensi *iBot*

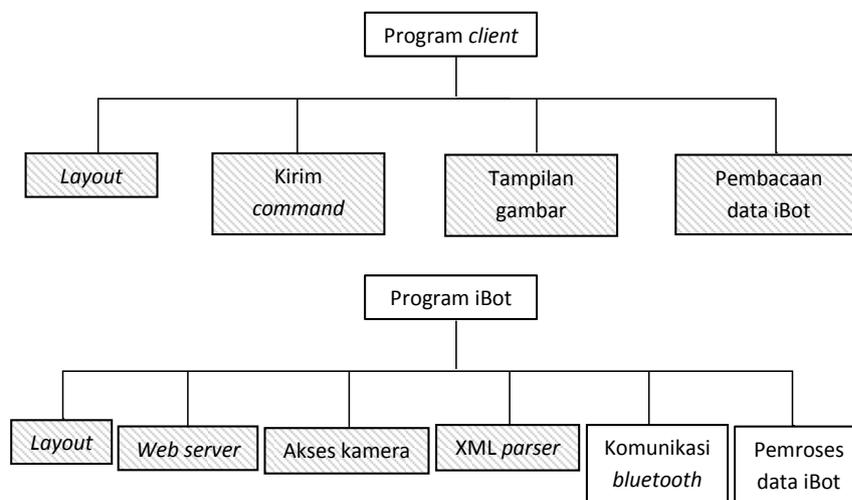
3.3 Perancangan dan Realisasi *iMon*

Perancangan dan realisasi *iMon* terdiri dari perancangan dan realisasi *iBot* serta pembuatan perangkat lunak *iMon*. *iBot* terdiri dari modul regulator tegangan, modul mikrokontroler, modul sensor, modul pengendali motor, modul tampilan LED, dan modul *bluetooth*. Perangkat lunak *iMon* terdiri dari program *client* dan program *iBot*. Pembagian modul perangkat lunak *iMon* dapat dilihat pada Gambar 9. Program *client* terdiri dari *layout*, kirim *command*, tampilan gambar, dan pembacaan data *iBot*. Program *iBot* terdiri dari *layout*, *web server*, akses kamera, XML *parser*, komunikasi *bluetooth*, dan pemroses data *iBot*.

Pada *paper* ini akan dibahas mengenai perancangan dan realisasi *iBot* serta program *iBot* yang meliputi komunikasi *bluetooth* dan pemroses data *iBot* sedangkan program *client* dan program *iBot* yang membahas mengenai *layout*, *web server*, akses kamera, dan XML *parser* serta akan dibahas oleh peneliti lain dalam tim.

3.3.1 Perancangan dan Realisasi *iBot*

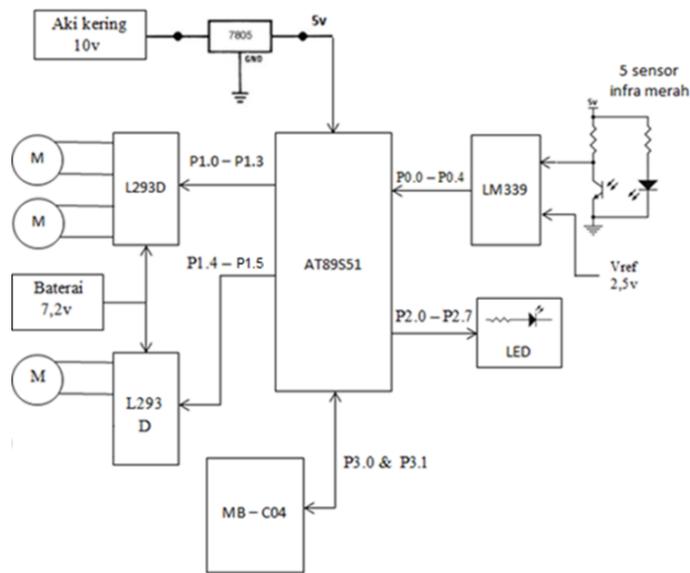
Pada bagian perancangan dan realisasi *iBot* akan dibahas mengenai perancangan setiap modul perangkat keras penyusun *iBot* serta pembuatan program mikrokontroler berbasis bahasa *assembly*. Diagram blok perangkat keras penyusun *iBot* dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 9. Pembagian modul perangkat lunak *iMon*

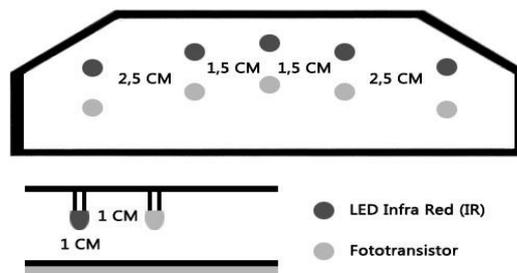
Perancangan modul perangkat keras penyusun *iBot* meliputi:

- 1) Modul regulator tegangan
 Modul regulator tegangan merupakan rangkaian elektronika yang terdiri dari IC LM7805, kapasitor, resistor, LED, dan saklar. Modul ini berfungsi sebagai pemasok tegangan 5 Volt untuk modul mikrokontroler, modul sensor, dan modul *bluetooth*.
- 2) Modul mikrokontroler
 Modul ini merupakan rangkaian minimum yang diperlukan mikrokontroler AT89S51 agar dapat berfungsi sebagai pemroses. Pada rangkaian ini digunakan kristal osilator 11,0592 MHz, kapasitor, resistor, dan *push button* untuk *reset*. Kaki-kaki port AT89S51 akan dihubungkan dengan modul-modul perangkat keras penyusun *iBot* lainnya.



Gambar 10. Diagram blok perangkat keras penyusun *iBot*

- 3) Modul sensor
 Modul sensor meliputi rangkaian sensor infra merah dan rangkaian komparator. Modul ini berfungsi untuk mendeteksi jalur hitam dengan lebar 2,4 cm pada lantai yang menjadi jalur patroli *iBot*. Lima sensor infra merah disusun dan diatur posisinya seperti Gambar 11.



Gambar 11. Susunan sensor infra merah

Keluaran dari fototransistor akan menjadi masukan (-) IC komparator LM339, dan kemudian akan dibandingkan dengan V_{ref} 2,5 V yang menjadi masukan (+) LM339. Kemudian hasilnya akan dihubungkan dengan P0.0–P0.4 mikrokontroler.

- 4) Modul pengendali motor
Modul pengendali motor dibutuhkan karena kaki-kaki *pinport* 1 mikrokontroler AT89S51 hanya dapat memberikan arus sekitar 1,6 mA, sehingga tidak cukup kuat untuk menggerakkan motor DC. Oleh karena itu digunakan IC L293D yang dapat memberikan arus sampai dengan 600 mA sebagai pengendali motor DC.
- 5) Modul tampilan LED
Modul tampilan LED merupakan rangkaian LED dan resistor yang dihubungkan ke *port* 2 mikrokontroler.
- 6) Modul *bluetooth*
Modul *bluetooth* yang digunakan, yaitu modul *bluetooth* tipe MB-C04. Karena MB-C04 merupakan modul siap pakai, cukup menghubungkan *pin* RX dan TXMB-C04 dengan *pin* TX (P3.1) dan RX (P3.0) mikrokontroler, kemudian MB-C04 siap digunakan.

3.3.2 Perancangan program *iBot* modul komunikasi *Bluetooth*

Modul komunikasi *bluetooth* merupakan bagian dari program *iBot* yang dikhususkan pada komunikasi *mobile phone* dengan *iBot* melalui *bluetooth*. Modul ini bertugas untuk membangun komunikasi *bluetooth* antara *mobile phone* dan *iBot*, mengirimkan data *command* hasil dari modul XML *parser* ke *iBot*, dan menyiapkan data yang diterima dari *iBot* untuk diolah modul pemroses data *iBot*.

3.3.3 Perancangan program *iBot* modul pemroses data *iBot*

Modul pemroses data *iBot* merupakan modul pada program *iBot* yang bertugas untuk memroses data *iBot* yang diperoleh dari modul komunikasi *Bluetooth* sehingga data *iBot* dapat diakses program *Client*.

4. PENGUJIAN SISTEM

4.1 Pengujian Modul Perangkat Keras Penyusun *iBot*

Tujuan dari pengujian perangkat keras adalah untuk mengetahui apakah setiap modul pada *iBot* beroperasi dengan baik.

4.1.1 Pengujian Modul Regulator Tegangan

Pengujian dilakukan dengan memberikan variasi tegangan masukan ke modul. Variasi yang diberikan, yaitu dengan menggunakan baterai 8,4V 200 mAh NiMH, baterai 7,2V 1500 mAh NiCD, dan aki kering 10V 850 mAh. Tegangan *output* yang dihasilkan dari ketiga jenis sumber daya tersebut stabil di angka 4,95V.

4.1.2 Pengujian Modul Mikrokontroler

Pengujian dilakukan dengan membuat program sederhana untuk melakukan fungsi masukan maupun keluaran pada *portinput/output* (I/O) mikrokontroler. Dari pengujian diperoleh hasil, *port* I/O membaca tegangan *input* sebesar 0,15V-0,32V pada kaki-kaki *pin*-nya sebagai logika 0 dan tegangan sebesar 4,88V - 4,95V sebagai logika 1. Untuk *output* logika 0, kaki-kaki *pinport* I/O mengeluarkan tegangan sebesar 0,24V, sedangkan untuk *output* logika 1 mengeluarkan tegangan sebesar 4,95V.

4.1.3 Pengujian Modul Sensor

Pengujian dilakukan dengan melakukan pembacaan tegangan keluaran fototransistor dan tegangan keluaran komparator pada lima macam permukaan. Hasil dari pengujian bisa dilihat pada Tabel 1. Dari hasil pengujian dapat dilihat modul sensor berfungsi dengan baik dan jalur *iBot* dapat dibuat di atas berbagai jenis lantai rumah.

4.1.4 Pengujian Modul Pengendali Motor

Pengujian yang dilakukan, yaitu pengujian pengaruh PWM terhadap kecepatan *iBot*. Pengujian dilakukan dengan memerintahkan *iBot* bergerak lurus sejauh 2 meter dan 3 meter pada tiga tingkat kecepatan, kemudian dicatat waktu tempuhnya. Dari data tersebut diperoleh nilai kecepatan tiap-tiap tingkat kecepatan. Pengujian dilakukan dengan kondisi baterai NiCD memiliki tegangan 7,8V dan tanpa *mobile phone*. Hasil dari pengujian bisa dilihat pada Tabel 2.

4.1.5 Pengujian Modul Bluetooth

Pengujian dilakukan dengan menguji lama waktu pengiriman data *sensor* ke *mobile phone* dan lama waktu respons *iBot* terhadap perintah yang dikirimkan *mobile phone*. Dari hasil pengujian didapatkan *delay* yang kecil sekali (0,1s) untuk komunikasi data melalui *bluetooth*.

4.2 Pengujian *iBot*

Pengujian *iBot* meliputi pengujian pada dua mode *iBot*, yaitu manual dan mandiri.

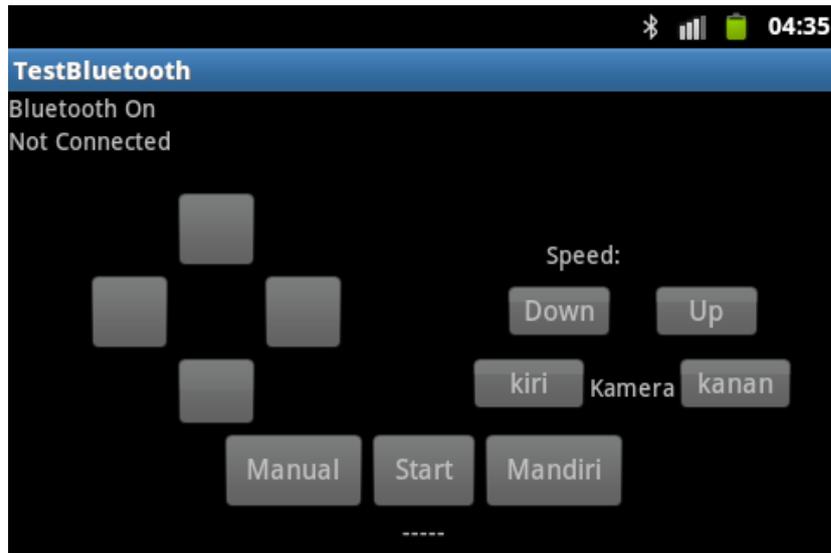
Tabel 1. Pengujian keluaran fototransistor dan keluaran komparator terhadap berbagai macam permukaan

Permukaan	Keluaran Fototransistor (Volt)					Keluaran Komparator (Volt)				
	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5
Kertah putih	0,16	0,16	0,18	0,16	0,16	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
Lantai coklat kayu licin	0,23	0,23	0,26	0,20	0,23	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
Lantai abu-abu	1,56	1,58	1,72	1,58	1,56	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
Lantai Krem	0,55	0,55	0,59	0,56	0,55	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
Garis hitam (lakban)	3,5	3,9	3,3	3,5	3,5	4,95	4,95	4,95	4,95	4,95

Tabel 2. Pengujian 3 tingkat kecepatan dengan PWM

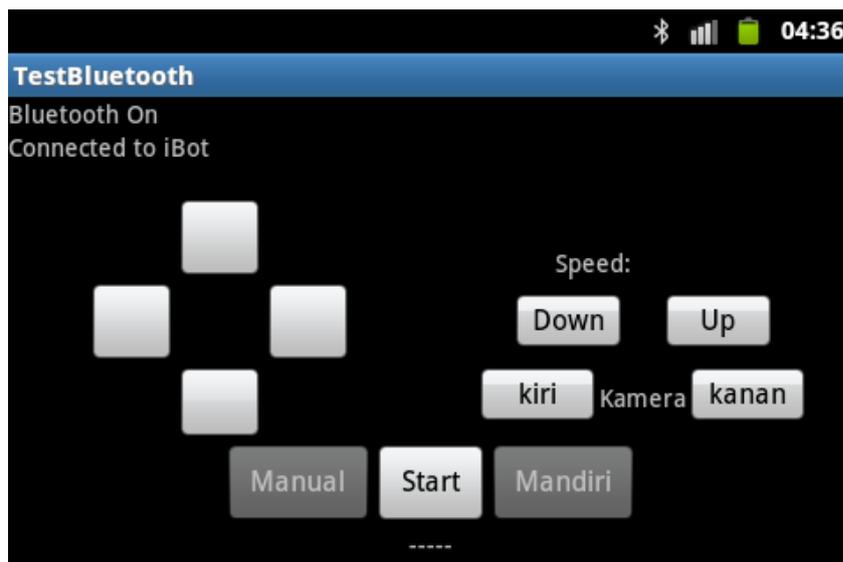
Jarak (m)	Waktu (s)			Kecepatan (m/s)		
	Speed 1 PWM 60%	Speed 2 PWM 80%	Speed 3 PWM 100%	Speed 1 PWM 60%	Speed 2 PWM 80%	Speed 3 PWM 100%
2	4,6	3,4	2,7	0,43	0,59	0,74
3	6,8	5	3,9	0,44	0,6	0,77
Rata - rata				0,435	0,595	0,755

Pengujian dilakukan dengan menggunakan program *TestBluetooth*. Tampilan awal program dapat dilihat pada Gambar 12.



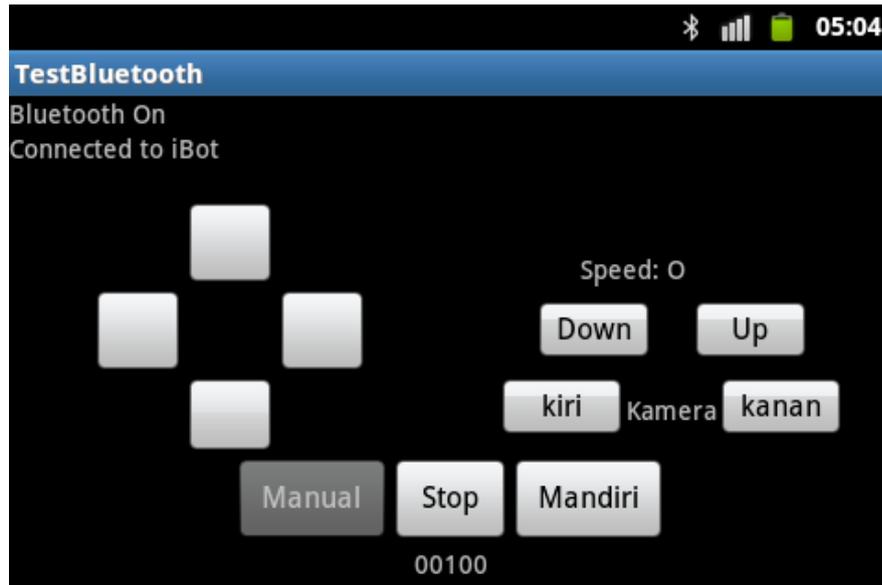
Gambar 12. Tampilan awal program *TestBluetooth*

Pada Gambar 12, *button* pada program belum dapat ditekan karena *mobile phone* belum terhubung dengan *iBot*. Setelah terhubung dengan *iBot*, fungsi-fungsi dari *button* akan aktif. Tampilan program setelah *mobile phone* berhasil melakukan koneksi dengan *iBot* dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Tampilan program *TestBluetooth* setelah *mobile phone* berhasil melakukan koneksi dengan *iBot*

Jika *buttonStart* ditekan, *iBot* akan otomatis masuk ke *mode* manual dan pada program akan ditampilkan pembacaan sensor dan kecepatan. Tampilan program setelah *button start* ditekan dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Tampilan program *TestBluetooth* setelah *button start* ditekan

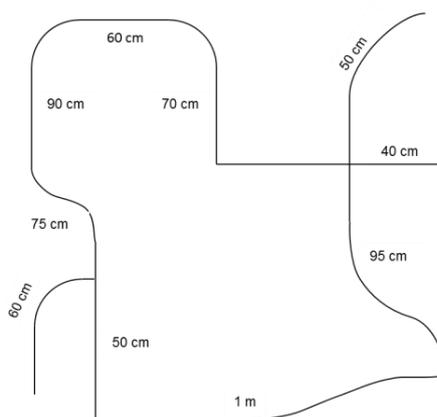
Pada Gambar 14, pembacaan sensor ditunjukkan pada 5 angka yang terletak pada bagian bawah program. Angka 00100 pada Gambar 14 berarti sensor S3 berada di atas jalur. Pembacaan kecepatan *iBot* ditunjukkan dengan banyaknya bulatan (O) di sebelah kanan kata “*Speed:*”. Pada *mode manual*, *button* yang tersusun seperti *directional pad* (*D-pad*) digunakan untuk mengendalikan gerakan *iBot*. *iBot* akan terus berjalan selama salah satu *D-pad* ditekan, misalkan jika *D-pad* atas ditekan maka *iBot* akan bergerak maju. *iBot* baru akan berhenti bergerak maju setelah *D-padata* dilepas. Pada program juga terdapat *button up* dan *button down* yang berfungsi untuk menaikkan dan menurunkan kecepatan *iBot*. *Button kiri* dan *button kanan* berfungsi untuk memutar motor hp ke kiri dan ke kanan. Jika *button Mandiri* ditekan, *iBot* akan masuk ke mode mandiri dan bergerak mengikuti jalur. *Button up*, *button down*, *button kiri*, dan *button kanan* tetap bisa digunakan selama *iBot* berada pada *mode mandiri* sedangkan *button D-pad* menjadi tidak ada fungsinya.

4.3 Pengujian *iMon*

Pengujian *iMon*, yaitu pengujian sistem secara keseluruhan. Pengujian dilakukan baik untuk *mode manual* maupun *mode mandiri*. Pada pengujian *mode manual*, diukur berapa besar *delay/waktu* yang dibutuhkan untuk mengirimkan *command* ke *iBot*. Dalam hal ini *command* merupakan perintah untuk menggerakkan *iBot*. Pengujian dilakukan sebanyak lima kali percobaan dengan menggunakan komputer dan *mobile device* untuk mengakses program *client*.

Pengujian pada *mode mandiri* dilakukan dengan menghitung lamanya *iBot* berpatroli menelusuri jalur pada setiap tingkat kecepatan. Sketsa jalur *iBot* yang digunakan dalam pengujian dapat dilihat pada Gambar 15.

Pengujian dilakukan sebanyak lima kali putaran untuk masing-masing tingkat kecepatan. Hasil pengujian waktu tempuh *iBot* menelusuri jalur dapat dilihat pada Tabel 3. Berdasarkan Tabel 3 didapatkan *iBot* paling stabil bergerak pada kecepatan 2.

Gambar 15. Sketsa jalur *iBot*Tabel 3. Waktu tempuh *iBot* menelusuri jalur

Putaran ke-	Waktu tempuh (detik)		
	<i>Speed 1</i> PWM 50%	<i>Speed 2</i> PWM 60%	<i>Speed 3</i> PWM 70%
1	95,99	70,17	55,15
2	100,27	75,49	60,10
3	102,45	77,87	54,35
4	97,29	78,01	63,44
5	105,67	76,24	58,35
Rata-rata	103,30	75,56	58,28

5. KESIMPULAN

Berdasarkan perancangan dan hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Jalur *iBot* dapat dibuat di atas berbagai jenis lantai rumah.
- 2) Komunikasi antara *mobile phone* dan MB-C04 melalui *bluetooth* sangat cepat, sehingga pemilihan *bluetooth* sebagai penghubung *mobile phone* dan *iBot* sangat tepat.

REFERENSI

- [1]. Coiffet, P. dan Chirouze, M. 1983. *An Introduction to Robot Technology*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- [2]. Texas Instruments. 2002. L293 Datasheet. (online) <http://www.ece.utexas.edu/~valvano/Datasheets/L293d.pdf> (diakses 11 Oktober 2010).
- [3]. Texas Instruments. 2011. LM339 Datasheet. (online) <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm339-n.pdf> (diakses 2 Januari 2012).
- [4]. Fairchild Semiconductor Corporation. 2011. LM7805 Datasheet. (online) <http://www.fairchildsemi.com/ds/LM/LM7805.pdf> (diakses 2 Januari 2012).
- [5]. Putra, A. E.. 2002. *Belajar Mikrokontroler AT89S51/52/55: Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta: Gaya Media.
- [6]. Atmel Corporation. 2008. AT89S51 Datasheet. (online) http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc2487.pdf (diakses 10 Oktober 2010).
- [7]. Hopkins, B. dan Antony, R.. 2003. *Bluetooth for Java*. Yogyakarta: Apress.