

DESAIN DAN IMPLEMENTASI MULTISENSOR DENGAN RASPBERRY PI PADA MOBILE ROBOT LINE FOLLOWER

M.Zakky Algifari Martin¹, Afaf Fadhil Rifai², Siti Aminah³

Teknik Elektromekanik, Program Studi Teknik Mesin dan Manufaktur

Politeknik Manufaktur Negeri Bandung

Jl Kanayakan No. 21 – Dago, Bandung - 40135

Phone/Fax : 022. 250 0241 / 250 2649

Email: zakky.martin@gmail.com

Abstrak

Zaman modern ini banyak ditemukan alat bantumanusia berupa robot. Robot adalah sebuah alat mekanik yang dapat melakukan tugas fisik, baik menggunakan pengawasan dan kontrol manusia, ataupun menggunakan program yang telah didefinisikan terlebih dulu (kecerdasan buatan), salah satu jenis robot yaitu robot beroda. Untuk melakukan suatu pergerakan, robot membutuhkan pengendali yang dikenal sebagai mikrokontroler. Robot menggunakan *multisensor* dalam pergerakannya, biasanya satu robot menggunakan lebih dari satu mikrokontroler untuk mengolah data *multisensor* tersebut. Dalam penelitian ini digunakan mikrokontroler Raspberry Pi 3. Permasalahan yang terdapat pada penelitian ini yaitu robot harus dapat memproses *multisensor* secara simultan. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui kemampuan Raspberry Pi 3 dalam mengendalikan robot dengan memproses *multisensor* secara simultan. Pada penelitian ini, Raspberry Pi 3 akan diimplementasikan pada sebuah robot beroda *line follower*. Sensor-sensor yang akan digunakan adalah sensor garis, sensor ultrasonik, dan kamera. Sensor garis digunakan untuk membaca garis yang terdapat dibawah robot. Sensor garis memiliki LED sebagai pemancar cahaya dan Photodiode sebagai penerima pancaran cahaya dengan jarak 50 mm antar Photodiode. Sensor ultrasonik digunakan untuk membaca jarak lingkungan sekitar robot. Sensor ultrasonik yang digunakan adalah HC-SR04. Kamera digunakan untuk membaca simbol-simbol berbentuk lingkaran dengan diameter 60 mm yang berjarak maksimum 100 mm dari depan robot. Kamera yang digunakan adalah kamera 5 MP dengan komunikasi USB. Pergerakan robot dipengaruhi oleh kombinasi dari ketiga jenis sensor tersebut dengan *behavioral control system*. Bahasa pemrograman Raspberry Pi 3 pada penelitian ini menggunakan bahasa pemrograman Python. Metode pemrograman dengan menggunakan metode *multiple python program at once*. Hasil pergerakan robot dengan menggunakan Raspberry Pi3 dengan lebar garis 40 mm menunjukkan bahwa, pergerakan *linier* atau lurus dengan tingkat keberhasilan 95% dan berbelok dengan sudut belok 45° dengan tingkat keberhasilan 75% dari 20 kali percobaan. Pergerakan robot berhenti setelah terdapat *obstacle* yang berjarak 50 mm di depan robot.

Kata kunci: *raspberry pi 3, robot beroda, multisensor, line follower*

1. PENDAHULUAN

Robot memiliki berbagai macam jenis seperti *mobile robot, robot manipulator, robothumanoid, flying robot* dan robot berkaki. Perbedaan pada robot-robot tersebut adalah pada konstruksi dan aktuatornya. *Mobile robot* menggunakan aktuator berupa roda [2]. *Robot manipulator* mempunyai konstruksi berupa tangan. *Robothumanoid* mempunyai konstruksi seperti tubuh manusia [3]. *Flying robot* mempunyai konstruksi dimana robot dapat terbang. Robot berkaki mempunyai aktuator dengan konstruksi berupa kaki.

Ciri dari robot adalah dapat memperoleh informasi dari lingkungan melalui sensor dan pergerakan dari robot dapat diprogram [1]. Untuk melakukan suatu

pergerakan, robot membutuhkan pengendali. Pengendali dalam robot menggunakan suatu perangkat elektronika yang dapat membaca dan menulis data. Perangkat tersebut adalah mikrokontroler. Salah satu mikrokontroler adalah Raspberry Pi.

Kelebihan utama Raspberry Pi ialah dapat melakukan segala hal yang dapat dilakukan oleh komputer/laptop dengan sistem operasi Linux. Misalnya, membuat server, membuat program dengan berbagai macam bahasa, terutama bahasa tingkat tinggi seperti Python [4]. Raspberry Pi ini juga mempunyai salah satu kelebihan dari mikrokontroler lain, yaitu dapat membaca sensor kamera. Raspberry Pi ini digunakan sebagai pengendali pada sebuah *mobilerobotline follower*.

Kemampuan Raspberry Pi dalam membaca beberapa sensor ini digunakan sebagai alasan utama dalam menjadikan Raspberry Pi sebagai pengendali pada *mobilerothline follower*.

Tujuan pembuatan dari pembuatan *mobile robot* ini adalah untuk mengetahui kemampuan Raspberry Pi dalam memproses data-data dari beberapa sensor seperti sensor ultrasonik, sensor garis, dan kamera secara simultan, dan keluaran dari mikrokontroler Raspberry Pi akan menghasilkan pergerakan robot yang sesuai dengan jalur dan dapat bergerak sesuai dengan keadaan lingkungan sekitar robot. Manfaat dari pembuatan *mobile robot* ini diharapkan dapat memberikan solusi alternatif dalam pemroses suatu data dari berbagai macam sensor secara simultan.

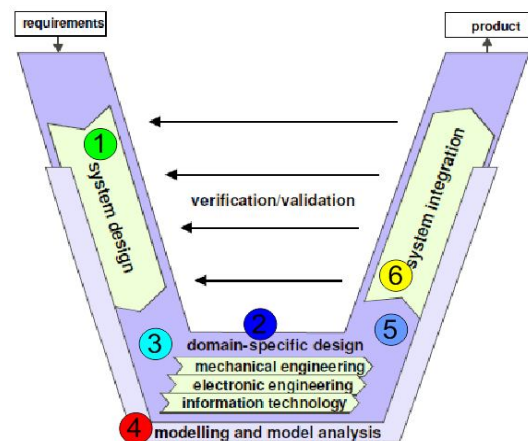
Pada akhirnya, penelitian ini dibuat desain dan implementasi multisensor dengan raspberry pi pada *mobilerothlinefollower* yang diharapkan raspberry pi dapat bekerja dengan baik. Untuk sensor-sensor, *mobileroth* menggunakan kamera, sensor ultrasonik, LED dan photodiode. Desain tersebut akan diimplementasikan kepada sebuah *mobileroth* yang memiliki aktuator dua buah roda. Untuk menampilkan hasil sensor sendiri menggunakan LCD sebagai tampilan data pada sensor yang dibaca dan akan dipasang pada *mobileroth*.

2. METODE PENELITIAN

Konsep *mobile robot* ini terdiri dari sebuah penggerak, yaitu motor DC sebagai penggerak roda pada robot. Selain itu terdapat sensor ultrasonik sebagai pendeteksi jarak antara robot dan lingkungan sekitar. Untuk navigasi dari robot ini, robot menggunakan sensor pendeteksi garis. Pada lantai arena akan terdapat garis sebagai jalur pergerakan dari robot. Pada arena akan terdapat dua buah tanda dimana tanda tersebut akan dideteksi oleh sebuah kamera.

Pada dasarnya, basis sistem yang dibuat terdiri dari kontrol, sistem mekanik dan elektrik. Pada bagian kontrol akan dirancang sebuah program untuk mengontrol pergerakan robot agar sesuai dengan data dari berbagai sensor. Sistem mekanik yang dirancang berupa robot yang berbentuk lingkaran dengan memiliki 2 buah penggerak motor dc, dua buah roda dan satu roda bebas. Sedangkan bagian elektrik lebih menitik beratkan pada konsep pengendalian motor DC serta komponen penunjang lainnya.

Pada basis sistem, metode yang digunakan untuk melakukan tahapan-tahapan penelitian berdasarkan model VDI 2206. Tahapannya terdiri dari *requirements product, analyse and raw design, Domain-Specific design* yang terdiri dari elektrik, mekanik, dan kontrol, *Modeling and model analysis, Integration, validation and verification*[5] dan yang terakhir adalah integrasi sistem. Penerapan model ini ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Penerapan model VDI 2206 untuk sistem *mobile robot line follower*[5]

1. Products Requirements

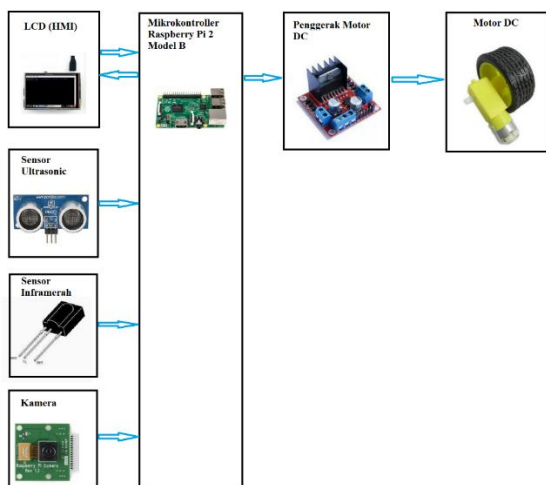
Memberikan penjelasan mengenai tugas dan fungsi dari sistem yang digunakan. Pada tahapan perancangan, hal yang dilakukan adalah mendesain robot sesuai dengan spesifikasi tuntutan. Karena sistem yang akan di buat adalah *mobile robot line follower* maka penempatan sensor ultrasonik, sensor garis, dan penempatan kamera harus sesuai agar robot dapat berfungsi dengan baik. Tuntutan sistem ditunjukkan pada tabel 1

Tabel 1. Tuntutan system

No	Tuntutan sistem
1	Tiga sensor garis dapat mendeteksi garis dibawah robot
2	Masing-masing sensor ultrasonik dapat mendeteksi <i>obstacle</i> di sekitar robot
3	Sensor ultrasonik dapat mendeteksi jarak antara robot dengan lingkungan sekitar
4	Kamera dapat mendeteksi dua buah tanda khusus di depan robot
5	Robot bergerak sesuai dengan <i>behavioralcontrol</i>

2. Analysis raw design

Menjelaskan mengenai konsep awal dari sistem berupa gambaran sistem secara umum. Gambaran sistem secara umum ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Gambaran system

3. Domain-Specific design

Tahap ini memberikan penjelasan mengenai solusi dari sistem design dalam bentuk logika terstruktur dengan metode *multiple program at once*. Selain itu, Hal yang perlu diperhatikan pada bagian ini terdiri dari spesifikasi mekanik, elektrik, dan kontrolnya. pada bagian mekanik, desain bentuk robot perlu di perhitungkan karena spesifikasi ini akan berpengaruh

terhadap pergerakan robot, sedangkan sistem pergerakan robot agar tetap pada garis dan kunci pergerakannya dipengaruhi oleh aspek kontrol maka aspek ini juga perlu diperhatikan. Selain itu, perhitungan *supply* daya listrik robot di pengaruhi oleh aspek elektriknya maka ketiga hal ini perlu di analisa agar sistem pergerakan robot berjalan dengan baik.

4. Modeling and model analysis

Tahapan ini memberikan penjelasan mengenai pemodelan dari sistem yang akan dan telah dibuat. Robot memiliki tiga buah masukan sensor dimana data sensor akan di proses didalam raspberry pi. Keluaran raspberry pi berupa nilai PWM menuju penggerak motor DC yang akan menggerakkan dua motor pada robot. Model sistem pada penelitian ini ditunjukkan pada gambar 2.

5. Integration

Melakukan implementasi dari *domain-specific design*. Pada penelitian ini hasil integrasi ditunjukkan dengan pergerakan robot yang sesuai dengan keadaan lingkungan sekitar. Hasil ini ditunjukkan pada gambar 6.

6. validation verification

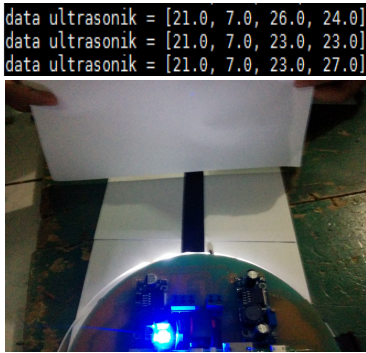
Melakukan validasi terhadap sistem yang telah dibuat, serta memverifikasi setiap hasil yang telah didapatkan. Hasil validasi penelitian ditunjukkan pada tabel 2.

7. Product

Product adalah hasil dari implementasi pada *system integration*. Hasil dari implementasi tersebut berupa *mobile robot line follower* secara keseluruhan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

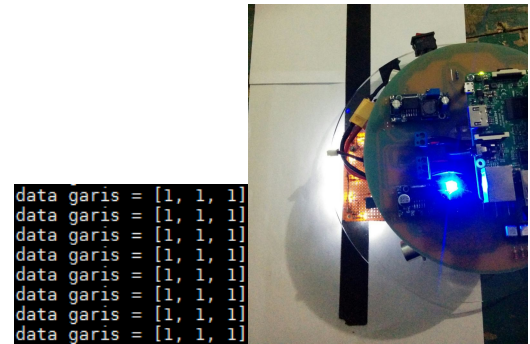
Bab ini merupakan hasil implementasi dari yang sudah dijelaskan pada bab II. Hasil yang akan dibahas adalah data yang di baca oleh sensor ultrasonik, sensor garis, dan kamera. Data yang di baca oleh sistem ultrasonik ditampilkan seperti pada gambar 3.



Gambar 3. Hasil sensor ultrasonik

Pada gambar 3 ditunjukkan hasil pembacaan sensor ultrasonik pada raspberry pi. Data yang diambil disimpan pada array data ultrasonik. Urutan array data ultrasonik adalah [**depan, belakang, serong kanan, serong kiri**]. Dapat terlihat pada gambar 3, jika terdapat benda dihadapan robot maka array 0, 2, dan 3 menunjukkan angka sekitar 20 sampai 27. Data tersebut menunjukkan bahwa terdapat benda dihadapan robot dengan jarak sekitar 20 sampai 27 cm.

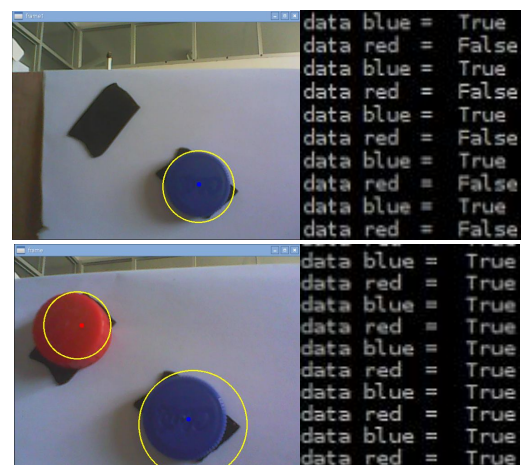
Hasil pembacaan sensor garis ditampilkan untuk membuktikan bahwa sistem dapat bergerak sesuai dengan garis yang di sudah dipetakan. Data pembacaan sensor garis ditampilkan seperti pada gambar 4.



Gambar 4. Hasil sensor garis

Pada gambar 4 ditunjukkan hasil pembacaan sensor garis pada raspberry pi. Data yang diambil disimpan pada array data garis. Urutan array data garis adalah [**kiri, tengah, kanan**]. Dapat terlihat pada gambar 4, jika garis berada pada tengah robot, maka urutan array ke-1 atau tengah akan bernilai logika 1. Jika garis terdapat di kiri robot, maka urutan array ke-0 atau kiri akan bernilai logika 1. Jika garis tersebut melintang dan mengenai ketiga sensor tersebut, maka semua array data garis akan bernilai logika 1.

Selain itu, hasil gambar yang diambil perlu diperhatikan juga agar sistem dapat mengetahui tanda khusus di hadapan robot. Sehingga pergerakan robot dapat berjalan sesuai dengan gambar yang diambil oleh kamera. Gambar yang dihasilkan oleh kamera tersebut ditunjukkan seperti pada gambar 5.

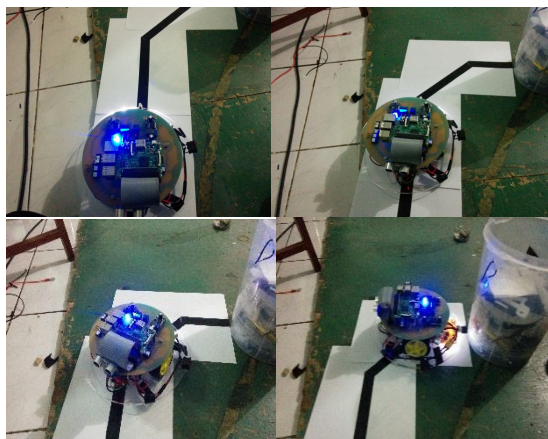


Gambar 5. Hasil gambar kamera

Pada gambar 5 ditunjukkan hasil gambar yang diambil oleh kamera. Pada gambar tersebut terlihat kedua simbol khusus yang terdapat pada hadapan robot dapat terdeteksi oleh kamera. Hasil dari

kamera tersebut sangat berpengaruh pada pergerakan robot.

Hasil pergerakan robot perlu diperhatikan agar dapat mengetahui sistem yang telah dibuat berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Hasil pergerakan robot dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Hasil pergerakan robot

Pada gambar 6 ditunjukkan hasil pergerakan robot. Pergerakan robot sesuai dengan garis yang terdapat pada lantai. Jika terdapat benda atau *obstacle* dihadapan robot. Maka robot akan berhenti dan robot akan melanjutkan pergerakan jika *obstacle* dihilangkan dari hadapan robot.

Pada penelitian ini memerlukan validasi verifikasi. Hasil validasi verifikasi ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil validasi verifikasi

No	Tuntutan sistem	Kondisi
1	Tiga sensor garis dapat mendeteksi garis dibawah robot	√
2	Masing-masing sensor ultrasonik dapat mendeteksi <i>obstacle</i> di sekitar robot	√
3	Sensor ultrasonik dapat mendeteksi jarak antara robot dengan lingkungan sekitar	√
4	Kamera dapat mendeteksi dua buah tanda khusus di depan robot	√
5	Robot bergerak sesuai dengan <i>behavioralcontrol</i>	√

4. KESIMPULAN

Dari hasil perancangan, pembuatan serta pengujian sistem didapatkan beberapa kesimpulan yang dijelaskan sebagai berikut:

1. Sensor garis dapat mendeteksi garis yang terdapat pada lantai. Data tersebut akan tersimpan pada array data garis.
2. Sensor ultrasonik dapat mendeteksi *obstacle* dan mengetahui jarak yang terdapat antara robot dengan lingkungan sekitar. Data sensor ultrasonik akan tersimpan pada array data ultrasonik
3. Kamera dapat mendeteksi dua buah simbol khusus yang terdapat di hadapan robot. Simbol khusus tersebut dapat terdeteksi dengan jarak 50 cm dari robot.
4. Robot dapat bergerak sesuai dengan garis yang terdapat pada lantai. Pergerakan robot akan berhenti jika terdapat *obstacle* di depan robot.

Pada penelitian ini telah berhasil dibuat sebuah *mobile robot line follower* dengan metode pemrograman *multiple program at once* yang mampu menjalankan beberapa program secara bersamaan. Pada penggunaan metode pemrograman tersebut, beberapa sensor termasuk kamera dapat berfungsi secara bersamaan. Dengan penelitian ini dapat teruji dimana raspberry pi dapat memroses beberapa data sensor secara bersamaan. Dengan pemrosesan data yang bersamaan, pergerakan motor dapat secara cepat berubah sesuai dengan kondisi lingkungan. Namun hasil ini masih dapat diperbaiki kembali. Pemrograman untuk pengendalian motor dapat menggunakan PID dimana pada penelitian ini tidak dimasukkan dalam metode pengendalian motor.

Dari segi perangkat keras, perlu adanya perbaikan pada *base* robot. *Base* robot yang digunakan dirasakan masih terlalu berat, serta dimensi dari *base* robot yang terlalu besar

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wikipedia. (2015). *Robot*. Diakses pada 7 November 2015, dari Wikipedia: <https://id.wikipedia.org/wiki/Robot>
- [2] Wikipedia. (2012). *Robot Mobile*. Diakses pada 7 November 2015, dari Wikipedia: https://id.wikipedia.org/wiki/Robot_Mobile

- [3] Wikipedia. (2014). *Robot humanoid*. Diakses pada 7 November 2015, dari Wikipedia: https://id.wikipedia.org/wiki/Robot_humanoid
- [4] Santoso, Hari. (2015). *Apa sih bedanya Arduino dan Raspberry Pi?*. Diakses pada 8 November 2015, dari Apa sih bedanya?: <http://apasihbedanya.blogspot.co.id/2015/05/ap-a-perbedaan-arduino-dan-raspberry-pi.html>
- [5] Jürgen Gausemeier and Stefan Moehring. (2003). *New Guideline VDI 2206 - A Flexible Procedure Model for the Design of Mechatronics Systems*, International Conference on Engineering Design, ICED, Stockholm, Sweden