

BAK SAMPAH OTOMATIS BERBASIS ROBOT *LINE FOLLOWER* SEBAGAI SARANA KEMUDAHAN DALAM MEMBUANG SAMPAH DI RUMAH SAKIT

Rahmat Hidayat

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang
rahmat.hidayat@staff.unsika.ac.id

INFO ARTIKEL

Diterima : 9 Juni 2017
Direvisi : 7 Juli 2017
Disetujui : 25 Juli 2017

Kata Kunci :
Bak sampah, Robot *line follower*,
Hardware, *Software*

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah (a) menghasilkan desain *hardware* untuk bak sampah otomatis dengan pemanfaatan Robot *Line Follower*, (b) menghasilkan *software* navigasi kontrol gerak bak sampah otomatis dengan pemanfaatan Robot *Line Follower*, dan (c) mengetahui unjuk kerja bak sampah otomatis dengan pemanfaatan Robot *Line Follower* berbasis mikrokontroler ATmega 16. Metode pelaksanaannya dibagi menjadi dua yaitu perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perancangan perangkat lunak (*software*). Perancangan *hardware* dibuat dengan menggabungkan beberapa sistem rangkaian elektronik yang tergabung dalam satu buah papan rangkaian terpadu (PCB), sehingga sistem dapat bekerja secara bersama. *Software* dalam alat ini dibuat menggunakan bahasa C dan dikodekan ke dalam bahasa '.hex' dengan *software* CodeVision AVR (CVAVR). Sensor yang digunakan dalam penelitian ini ada 3 sensor yang digunakan untuk mengamati dunia luar dari sistem yang dirancang adalah sensor aktif infra merah. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa Robot *Line Follower* akan melakukan pendeteksian jalur dengan karakteristik sesuai program yang telah kita isikan ke dalam mikrokontroler, yang merupakan otak dari Robot *Line Follower*. Karakteristik robot tersebut disesuaikan dengan desain jalur dan posisi kamar rumah sakit. Robot *Line Follower* ini dapat digunakan untuk mengikuti jalur hitam yang terpasang, di setiap jalur percabangan (perempatan atau pertigaan) robot akan melakukan *counter* aktif (perhitungan), *counter* tersebutlah yang akan kita pakai untuk menentukan arah gerak robot yaitu; maju, belok kiri, belok kanan, berputar 180⁰ atau berputar 180⁰ kemudian tunda sesaat.

I. PENDAHULUAN

Dalam kehidupan manusia, sampah telah menjadi sumber masalah. Masalah yang ditimbulkan adalah penyakit, banjir, dan bau yang tidak sedap di sekitar tempat pembuangan sampah. Sampah banyak jenisnya, salah satu sampah yang sering kita lihat adalah sampah konsumsi yang merupakan sampah yang dihasilkan oleh manusia pengguna barang, dengan kata lain adalah sampah-sampah yang dibuang ke tempat sampah. Ini adalah sampah yang umum dan perlu untuk dipikirkan manusia, dalam hal ini adalah harus ada solusinya.

Kesadaran untuk membuang sampah pada tempatnya, hingga kini belum sepenuhnya ditaati oleh sebagian orang padahal tong-tong sampah sudah disediakan. Ditambah lagi, sampah yang kadang dibuang di sembarang tempat. Bisa jadi, kurangnya tenaga kebersihan inilah yang juga menyebabkan tong sampah kadang ditemukan dalam keadaan sudah penuh sehingga sampah sisa makanan dan sebagainya diletakkan begitu saja oleh pengunjung di rumah sakit.

Permasalahan juga muncul pada rumah sakit yang mana dalam hal ini disebabkan oleh pasien dan pengunjung yang membuang sampah sembarangan. Hal ini tidak lepas dari aktivitas rumah sakit yang tidak pernah berhenti membuat sampah sehingga menjadi perhatian yang tidak bisa diabaikan. Selama 24 jam beroperasi terutama ruang-ruang rawat inap dan IGD, dipenuhi oleh pengunjung yang datang silih berganti dan kebanyakan pasien yang di rawat inap di rumah sakit pada umumnya sungkan untuk membuang sampah di tong-tong sampah yang telah disediakan. Hal ini tentu saja memberi kontribusi terhadap volume limbah atau sampah rumah sakit. Belum lagi, tidak disiplinnya para pengunjung dan penjaga pasien

rawat inap yang menyebabkan persoalan sampah rumah sakit yang menumpuk tidak pada tempatnya.

Inilah salah satu hal yang membuat rumah sakit kelihatan kumuh dan kotor secara kasat mata. Meskipun tong-tong dan keranjang sampah sudah tersedia, tidak serta merta membuat petugas kebersihan rumah sakit mudah untuk menangani persoalan sampah ini. Dibutuhkan kerja ekstra dari petugas kebersihan rumah sakit untuk menanganinya.

Oleh karena itu perlu adanya solusi untuk petugas kebersihan serta pihak rumah sakit dalam menangani permasalahan ini agar menjadikan rumah sakit itu menjadi rumah sakit yang terlihat bersih dan sehat supaya terhindar dari sumber penyakit yang ditimbulkan dari sampah. Ironis kalau di rumah sakit menjadi sumber penyakit padahal rumah sakit itu sendiri sebagai tempat penyembuhan penyakit atau tempat perawatan bagi pasien yang sedang sakit.

Maka salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut yaitu dengan memanfaatkan bak sampah otomatis yang memakai sistem aplikasi Robot *Line Follower* sebagai penggerak bak sampah tersebut, dalam hal ini bak sampah otomatis bisa berjalan menuju kamar pasien dengan penggerakannya yaitu Robot *Line Follower* yang diberi jalur untuk jalannya.

A. Robot *Line Follower*

Robot *Line Follower* (Robot Pengikut Garis) merupakan salah satu bentuk robot bergerak otonom yang banyak dirancang baik untuk penelitian, industri maupun kompetisi robot. Sesuai dengan namanya, tugas yang harus dilakukan oleh suatu robot

BAK SAMPAH OTOMATIS BERBASIS ROBOT *LINE FOLLOWER* SEBAGAI SARANA KEMUDAHAN DALAM MEMBUANG SAMPAH DI RUMAH SAKIT

pengikut garis adalah mengikuti garis pemandu yang dibuat dengan tingkat presisi tertentu.

Ditinjau secara sistem, robot bergerak otonom adalah automata tersituasi, atau sebuah modul yang terdiri atas satu bagian sistem kalang tertutup bersama dengan lingkungan (2) Penelitian mengenai Robot Pengikut Garis dewasa ini umumnya berkonsentrasi pada algoritma perangkat lunak untuk mendapatkan tanggapan robot yang baik. Salah satu penelitian adalah penggunaan kendali *cerebellar* yang terinspirasi dari biologi otak kecil (*cerebellum*) untuk mengendalikan robot pengikut garis. Kendali *cerebellar* secara simulasi dapat meningkatkan akurasi dalam mengikuti garis melalui proses pembelajaran. (2).

Metode untuk membuat Robot Pengikut Garis dapat mengikuti garis ada beberapa cara. Cara pertama adalah membuat garis berada di antara deretan sensor. Kedua, dengan membuat sensor berada di atas garis. Ketiga, dengan cara selalu mendeteksi tepi garis. Cara keempat adalah dengan selalu melalui garis secara bolak-balik. Robot *Line Follower* termasuk kedalam kategori robot *autonomous* yang bergerak dengan mengikuti garis yang ada di permukaan.

Prinsip kerja Robot *Line Follower* dapat dideskripsikan sebagai berikut : Pertama, dapatkan posisi garis melalui sensor yang diletakkan di bagian depan bawah robot. Sensor yang dipakai biasanya *photo reflector*, yang dipasang dua atau lebih di bagian depan bawah Robot *Line Follower*. Ada juga yang menggunakan kamera (atau image sensor) agar resolusi pembacaan garis lebih tinggi, sehingga menjadikan gerakan robot lebih akurat (3).

Kedua, Setelah mendapatkan posisi garis terhadap badan robot (yang diwakili oleh sensor), gerakkan (atau putar) motor mengikuti arah garis tersebut. Proses ini hanya mengatur kecepatan rotasi masing-masing motor, agar dapat melakukan gerakan seperti yang diinginkan. Namun untuk Robot *Line Follower* yang memiliki kecepatan cukup tinggi, beberapa algoritma kontrol perlu diterapkan agar robot dapat berjalan mulus. Kontrol itu bisa berupa *continuous control*, *PID*, *fuzzy logic*, atau yang lainnya.

Ketiga, atur kecepatan terutama bila menghadapi pergantian lintasan dari lintasan lurus ke tikungan atau sebaliknya dari tikungan ke lintasan yang lurus. Ada 2 mekanisme *track/jalan* yang digunakan, pertama garis putih pada permukaan yang hitam, atau sebaliknya, garis hitam pada permukaan putih. Namun yang lebih banyak digunakan adalah *track* jenis ke-2 (garis hitam pada permukaan putih). Untuk mendapatkan Robot *Line Follower* yang super cepat maka perlu diperhitungkan bentuk dan kontrol yang digunakan. Harus diusahakan bentuk yang *se-compact* mungkin dengan kontrol yang setepat mungkin. Mini *Line Follower* ini cukup menarik untuk dicoba.

B. Sampah

Sampah merupakan material sisa yang tidak diinginkan setelah berakhirnya suatu proses. Sampah merupakan konsep buatan manusia, dalam proses-proses alam tidak ada sampah, yang ada hanya produk-produk yang tak bergerak. Sampah dapat berada pada setiap fase materi : padat, cair, atau gas. Ketika dilepaskan dalam dua fase yang disebutkan terakhir terutama gas,

sampah dapat dikatakan sebagai emisi. Emisi biasa dikaitkan dengan polusi. Dalam kehidupan manusia, sampah dalam jumlah besar datang dari aktivitas industri, misalnya pertambangan, manufaktur, dan konsumsi (disajikan Gambar 1). Hampir semua produk industri akan menjadi sampah pada suatu waktu, dengan jumlah sampah yang kira-kira mirip dengan jumlah konsumsi. Sampah alam merupakan Sampah yang diproduksi di kehidupan liar diintegrasikan melalui proses daur ulang alami, seperti halnya daun-daun kering di hutan yang terurai menjadi tanah. Di luar kehidupan liar, sampah-sampah ini dapat menjadi masalah, misalnya daun-daun kering di lingkungan pemukiman.



Gambar 1 Sampah

Sampah konsumsi merupakan sampah yang dihasilkan oleh (manusia). Meskipun demikian, jumlah sampah kategori ini pun masih jauh lebih kecil dibandingkan sampah-sampah yang dihasilkan dari proses pertambangan dan industri. Pengguna barang dengan kata lain adalah sampah-sampah yang dibuang ke tempat sampah Ini adalah sampah yang umum dipikirkan manusia.

C. Tujuan

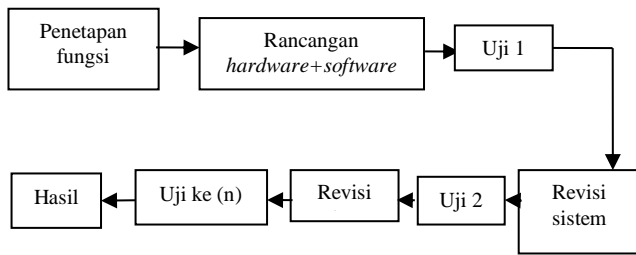
Berdasarkan uraian latar belakang masalah di atas dapat dikemukakan tiga tujuan penelitian ini yaitu : (a) menghasilkan desain *hardware* untuk bak sampah otomatis dengan pemanfaatan Robot *Line Follower*, (b) menghasilkan *software* navigasi kontrol gerak bak sampah otomatis dengan pemanfaatan Robot *Line Follower*, dan (c) mengetahui unjuk kerja bak sampah otomatis dengan pemanfaatan Robot *Line Follower* berbasis mikrokontroler ATmega16 [2].

II. METODE PENELITIAN

A. Metode dan Langkah-Langkah Penelitian

Penelitian pembuatan perancangan dan pembuatan bak sampah otomatis dengan pemanfaatan Robot *Line Follower* sebagai sarana kemudahan dalam membuang sampah di rumah sakit ini masuk pada ranah penelitian *research and development* (R&D). Hal itu diindikasikan oleh hasil dari penelitian yang berupa produk teknologi yang dikerjakan melalui langkah-langkah teknis (6). Langkah penelitian dalam pelaksanaan ini mengacu prosedur kerja proyek, artinya urutan pekerjaan direncanakan sesuai dengan desain yang paling sederhana dan terus meningkat menjadi suatu produk yang kompleks. Langkah penelitiannya seperti yang terlihat dalam Gambar 2.

BAK SAMPAH OTOMATIS BERBASIS ROBOT *LINE FOLLOWER* SEBAGAI SARANA KEMUDAHAN DALAM MEMBUANG SAMPAH DI RUMAH SAKIT



Gambar 2 Bagan langkah kerja pembuatan bak sampah otomatis berbasis Robot *Line Follower*

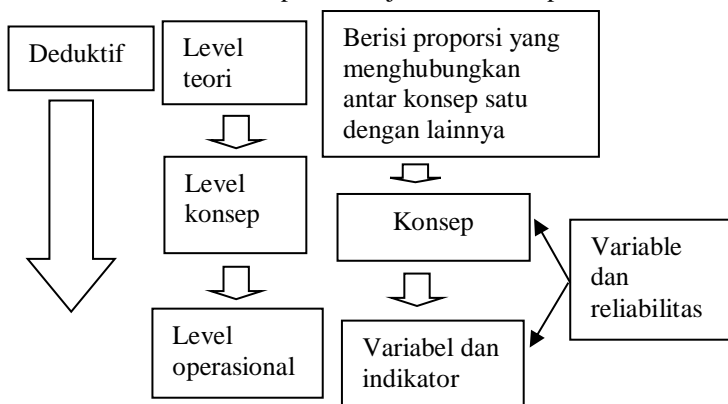
1. Objek Penelitian

Objek penelitian ini mengambil tema bak sampah otomatis berbasis Robot *Line Follower* merupakan penggabungan antara *hardware* dan *software*, menghasilkan kerja alat sesuai dengan ide rancangan. Besar harapan, hasil bak sampah otomatis berbasis Robot *Line Follower* yang dapat bermanfaat secara fungsi dan menambah khasanah keilmuan elektronika. Pemrosesan data ditentukan oleh rancangan program untuk bak sampah otomatis berbasis Robot *Line Follower* dalam melakukan eksekusi data masuk sebagai variabelnya.

2. Model dan Skema Penelitian

Penelitian ini menggunakan model penelitian *research and development* (R&D). Hal tersebut didasarkan pada data-data yang akan disajikan bersifat empiris dengan tujuan mencobakan kebenaran teori yang diwujudkan dalam realisasi suatu sistem elektronika nyata, yaitu aplikasi mikrokontroler, rangkaian Robot *Line Follower*, rangkaian pemancar dan penerima dan besarnya tegangan listrik (sumber baterai/catu daya) yang dapat diukur, dinilai maupun dinyatakan dalam satu besaran.

Skema penelitian untuk membuat Bak sampah otomatis berbasis Robot *Line Follower* ini mengacu pada skema penelitian deduktif yang disajikan pada Gambar 3. Hal tersebut didasarkan oleh pembangunan penelitian yang dimulai dari level teori kemudian ke level konsep dan dilanjutkan ke level operasional.



Gambar 3 Skema kerangka berpikir

3. Metode dan Instrumen Pengujian

a) Metode Pengujian

Metode pengujian pada alat bak sampah otomatis dengan pemanfaatan Robot *Line Follower* ini dilakukan secara terpisah pada bagian-bagian utama. Untuk melihat kinerja dari alat yang

telah dibuat maka harus dilakukan pengujian. Sebelum pengujian alat akan dikalibrasikan dengan instrumen sejenis sebagai acuan.

Pengujian ini untuk mengetahui karakter, nilai pola, satuan, besaran, prinsip kerja elektronik bak sampah otomatis berbasis Robot *Line Follower*. Bak sampah otomatis berbasis Robot *Line Follower* secara nyata diukur berdasarkan kemampuan bekerja mengangkut sampah, bergerak maju-mundur, bergerak kanan-kiri dan jangkauan. Selanjutnya hasil dari pengujian akan dianalisis berdasarkan teori.

b) Instrumen Pengujian

Setiap pengujian membutuhkan instrumen (alat ukur) untuk mengetahui nilai dari suatu sistem sesuai besaran agar dapat dianalisis. Pada penelitian pembuatan bak sampah otomatis berbasis Robot *Line Follower* ini dibutuhkan beberapa instrumen antara lain : Solder, PCB, Bor PCB, *Cathode Ray Oscilloscope* (CRO) dan AVometer.

4. Proses *Assembling* (Perakitan)

Dalam perancangan alat hal penting adalah *assembling*, perlu ditekankan adalah terkait pemasangan sensor suhu harus benar-benar tepat terhadap gangguan hujan untuk menghindari kinerja abnormal sensor tersebut. Secara umum panduan *assembling* mengacu teknis pada sistem konstruksi dimulai dari proses penterjemahan gambar, proses *cutting*, *drilling* dan perakitan serta *wiring*.

5. Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan melalui pengukuran menggunakan alat ukur. Pengukuran atau pengambilan data pada penelitian pembuatan bak sampah otomatis berbasis Robot *Line Follower* ini dititikberatkan pada pengukuran *software*, pengukuran *hardware* dan hasil kinerja. Pengambilan data untuk mengetahui akurasi, kepresisian, range dan *response* dilakukan dengan pengukuran berbagai kondisi yang berbeda. Proses pengujian dilakukan secara berulang, dan data hasil pengukuran dari beberapa kondisi dirata-rata sebagai hasil akhir. Data diperoleh dari hasil uji coba yang dilakukan dengan minimal pengulangan sebanyak 2 kali.

6. Teknik Analisis Data

Analisis data pada penelitian ini dilakukan secara kuantitatif [4]. Dilakukan dengan menghitung hasil pengukuran kemudian dibandingkan dengan hasil analisis secara teori. Hasil analisis ini merupakan penggabungan antara hasil pengukuran dan perhitungan teori. Dari analisis data ini akan didapatkan kesimpulan dari apa yang telah dirumuskan.

7. Menyimpulkan Hasil Penelitian

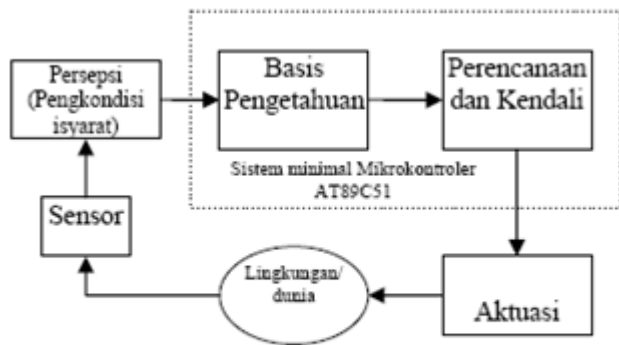
Menyimpulkan hasil penelitian dilakukan setelah analisis data yang dianggap cukup dan kemudian disimpulkan. Penyimpulan dari penelitian ini terkait rumusan yaitu rancangan *hardware* alat bak sampah otomatis dengan pemanfaatan Robot *Line Follower*, *software* bak sampah otomatis dengan pemanfaatan Robot *Line Follower*, dan unjuk kerja hasil bak sampah otomatis dengan pemanfaatan Robot *Line Follower*. Penyimpulan hasil perancangan alat dapat diketahui dari hasil pengukuran yang didapat dari hasil pengumpulan data. Setelah data terkumpul sesuai dengan kuantitas maka selanjutnya data

BAK SAMPAH OTOMATIS BERBASIS ROBOT *LINE FOLLOWER* SEBAGAI SARANA KEMUDAHAN DALAM MEMBUANG SAMPAH DI RUMAH SAKIT

dapat diolah untuk mengetahui nilai kemampuan membunuh nyamuk, kepresisian, range dan *time response*.

B. Bagan Rancangan Bak Sampah Otomatis Dengan Pemanfaatan Robot *Line Follower*

Untuk mendapatkan hasil rancangan alat bak sampah otomatis dengan pemanfaatan Robot *Line Follower* maka dilakukan dengan menggabungkan beberapa sistem rangkaian elektronika. Beberapa sistem tersebut dihubungkan dalam satu papan terpadu (PCB) sehingga sistem dapat bekerja secara utuh. Susunan hubungan antar sistem dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Sistem robot pengikut garis yang dirancang

Parameter yang diinginkan diamati oleh robot adalah keberadaan garis yang diikuti di dalam arena. Keluaran sensor masih berupa data mentah dalam bentuk tegangan, selanjutnya diekstraksi oleh bagian persepsi dengan untai pengkondisi isyarat berupa komparator sehingga dihasilkan isyarat digital dengan standar TTL (*Transistor Transistor Logic*).

Isyarat digital tersebut kemudian diolah oleh mikrokontroler ATmega16 berdasarkan basis pengetahuan yang diprogram dalam mikrokontroler sehingga dihasilkan perintah aksi yang harus dilakukan [3]. Perintah ini diproses lebih lanjut oleh subsistem perencanaan dan kendali sehingga akhirnya bagian aktuasi yang berupa motor *stepper* dan motor DC bergerak sesuai dengan perintah. Dengan demikian pergerakan robot diharapkan dapat mengikuti garis sesuai dengan misi yang diembannya.

C. Perancangan *Software* Alat Bak Sampah Otomatis Dengan Pemanfaatan Robot *Line Follower*

Perancangan program pada mikrokontroler ATmega16 menggunakan *software* CodeVision AVR dan dibuat menggunakan bahasa C. Hasil perancangan program yang sudah terkodekan dalam bahasa C kemudian di-*compile* ke dalam file jenis .hex agar dapat diisikan ke dalam mikrokontroler ATmega16. Dalam pembuatan program diperlukan langkah – langkah dalam pembuatan algoritma program [1].

D. Instrumen dan Metode Pengujian Alat Bak Sampah Otomatis Dengan Pemanfaatan Robot *Line Follower*

Instrumen pengujian pada penelitian ini dibutuhkan beberapa instrumen pengukuran antara lain AVometer, *Cathode*

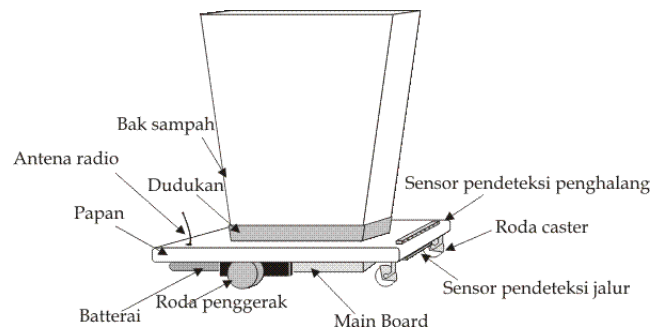
Ray Oscilloscope (CRO), sensor aktif infra merah dan garis *line follower*. Pada langkah awal, metode pengujian alat bak sampah otomatis dilakukan secara terpisah pada bagian-bagian utama, setelah per bagian tersebut berhasil dilanjutkan untuk pengujian secara kompleks. Pengujian ini untuk mengetahui karakter, nilai pola, satuan, besaran, prinsip kerja elektronik alat bak sampah otomatis. Kinerja alat bak sampah otomatis secara nyata diukur berdasarkan kemampuan presisi sensor aktif infra merah, daya kontrol mikrokontroler ATmega16, respon instruksi dan tingkat kecepatan Robot *Line Follower*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi Perancangan dan Pelaksanaan

Bak sampah otomatis berbasis Robot *Line Follower* yang dirancang diimplementasikan pada Gambar 5 berikut.

1. Bagian Mekanik



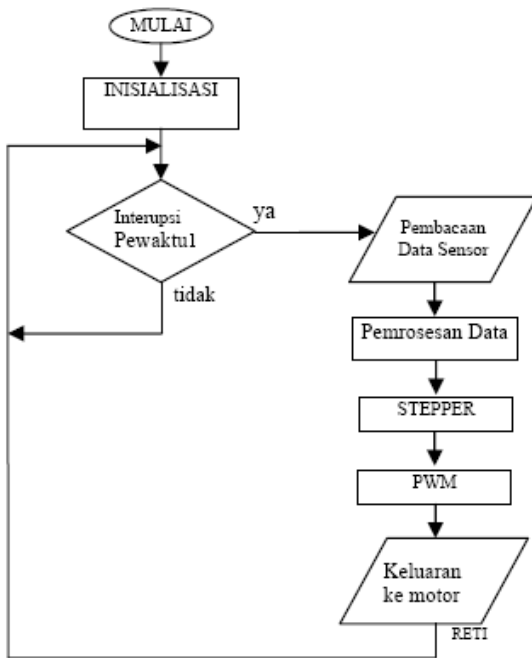
Gambar 5 Rancangan alat

Bahan yang digunakan untuk *chasis* robot adalah bahan *acrylic* setebal 5 mm. Pada mekanik yang dirancang digunakan transmisi roda gigi cacing untuk bagian kemudi depan robot agar dihasilkan reduksi kecepatan yang besar dan kemampuan mengunci pergerakan kemudi. Untuk penggerak belakang robot digunakan roda gigi miring untuk mempercepat putaran motor DC yang kecepatan putarnya sangat lambat.

2. Perangkat lunak

Perangkat lunak diimplementasikan dengan metode *Timed Event* untuk menghemat penggunaan *Timer*. Pada metode ini *Timer* memberi interupsi ke CPU mikrokontroler setiap durasi waktu tertentu, yaitu 200 μ s. Jadi, program utama hanya berisi subrutin inisialisasi, sedangkan subrutin program inti berada di dalam subrutin layanan interupsi *Timer*. Program inti melakukan tugas pembacaan sensor, pemrosesan data sensor, dan pengendalian kedua motor. Basis pengetahuan robot didasarkan pada metode yang digunakan robot untuk mengikuti garis, yaitu membuat posisi garis berada di antara larik 4 sensor. Diagram alir program keseluruhan ditunjukkan pada Gambar 6.

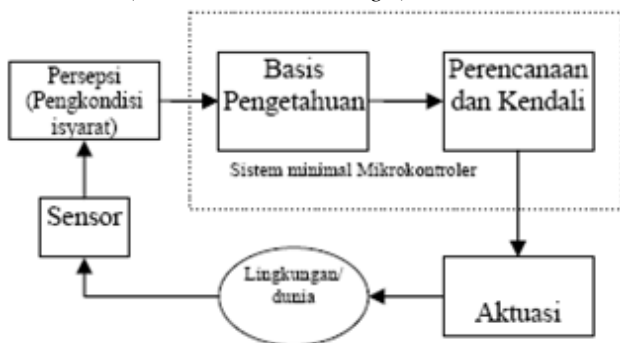
BAK SAMPAH OTOMATIS BERBASIS ROBOT *LINE FOLLOWER* SEBAGAI SARANA KEMUDAHAN DALAM MEMBUANG SAMPAH DI RUMAH SAKIT



Gambar 6 Diagram alir program keseluruhan untuk robot yang dirancang

3. Metode Perancangan Sistem

Sistem yang dirancang diperlihatkan pada Gambar 7. Berdasarkan Gambar 7 sensor yang digunakan untuk mengamati dunia luar dari sistem yang dirancang adalah sensor aktif inframerah. Parameter yang diinginkan diamati oleh robot adalah keberadaan garis yang diikuti di dalam arena. Keluaran sensor masih berupa data mentah dalam bentuk tegangan selanjutnya diekstraksi oleh bagian persepsi dengan untai pengkondisi isyarat berupa komparator sehingga dihasilkan isyarat digital dengan standar TTL (*Transistor Transistor Logic*).

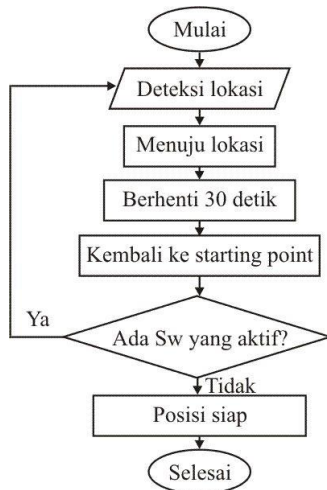


Gambar7 Sistem robot pengikut garis yang dirancang

Isyarat digital tersebut kemudian diolah oleh mikrokontroler berdasarkan basis pengetahuan yang diprogram dalam mikrokontroler sehingga dihasilkan perintah aksi yang harus dilakukan. Perintah ini diproses lebih lanjut oleh subsistem perencanaan dan kendali sehingga akhirnya bagian aktuasi yang berupa motor *stepper* dan motor DC bergerak sesuai dengan perintah. Dengan demikian pergerakan robot diharapkan dapat mengikuti garis sesuai dengan misi yang diembannya.

4. Langkah-langkah pembuatan bak sampah otomatis dengan aplikasi Robot *Line Follower*
 - a. Menyiapkan semua alat dan bahan yang dibutuhkan
 - b. Pembuatan Mekanik
 - 1) Memasang motor DC pada *gear box*
 - 2) Memotong papan ukuran 30 x 30 cm
 - 3) Memasang *gear box* dan roda *caster* / roda gila pada bagian bawah papan terplek
 - 4) Memasang dudukan bak sampah pada bagian atas papan
 - 5) Membuat dudukan sensor dan rangkaian utama pada bagian bawah papan
 - 6) Merapikan bagian yang sudah terpasang
 - c. Pembuatan rangkaian utama
 - 1) Membuat rangkaian sensor, penguat sensor, mikrokontroler, *driver* motor dan rangkaian radio *remote* kontrol
 - 2) Menghubungkan rangkaian sensor dengan penguat sensor
 - 3) Menguji sensor serta mengkalibrasi kepekaan sensor
 - 4) Menghubungkan rangkaian penguat sensor dengan rangkaian mikrokontroler dan *driver* motor
 - 5) Mengisikan program Robot *Line Follower* ke dalam IC mikrokontroler
 - 6) Menguji rangkaian sensor, penguat sensor, mikrokontroler dan *driver* motor
 - 7) Memasang rangkaian radio *remote* kontrol pada masukkan IC mikrokontroler sebagai pengendali jarak jauh
 - 8) Menguji rangkaian radio *remote* kontrol apakah sudah mampu mengendalikan rangkaian utama
 - d. Menghubungkan rangkaian utama dengan motor DC yang terpasang pada mekanik
 - e. Membuat jalur hitam (menggunakan isolasi hitam) di atas lantai putih
 - f. Meletakkan bak sampah pada dudukan bak sampah yang telah disediakan
 - g. Menguji bak sampah otomatis dengan aplikasi Robot *Line Follower* yang telah dibuat apakah sudah mampu mengikuti jalur dengan baik setelah robot diaktifkan dari jarak jauh.
5. Prosedur Menjalankan Alat
 - a. Pastikan jalur hitam telah terpasang dengan baik
 - b. Pastikan bak sampah sudah diposisikan dengan benar
 - c. Aktifkan Robot *Line Follower*
 - d. Aktifkan rangkaian radio *remote* kontrol yang digunakan sebagai saklar jarak jauh
 - e. Bak sampah otomatis siap menuju kamar yang membutuhkan

BAK SAMPAH OTOMATIS BERBASIS ROBOT *LINE FOLLOWER* SEBAGAI SARANA KEMUDAHAN DALAM MEMBUANG SAMPAH DI RUMAH SAKIT



Gambar 8 Diagram alir Robot *Line Follower*

Robot *Line Follower* akan mengikuti jalur hitam yang terpasang, di setiap jalur percabangan (perempatan atau pertigaan) robot akan melakukan *Counter* aktif (perhitungan) yang disajikan pada Gambar 8. *Counter* tersebutlah yang akan kita pakai untuk menentukan arah gerak robot yaitu maju, belok kiri, belok kanan, berputar 180° atau berputar 90° kemudian tunda sesaat. Penentuan arah gerak robot pada setiap *Counter* menyesuaikan dengan hasil pendeteksian lokasi ketika salah satu saklar jarak jauh (Sw) ditekan. Sebagai penjelasan lebih lanjut dapat kita amati Tabel I di bawah ini.

- Penentuan arah gerak robot pada setiap counter menyesuaikan dengan hasil pendeteksian lokasi ketika salah satu saklar jarak jauh ke 1 (Sw1) ditekan pada kamar satu

TABEL I

KETIKA SAKLAR JARAK JAUH KE 1 (SW1) AKTIF PADA KAMAR SATU

Counter Aktif	Aksi	Keterangan
Pertama	Maju	<i>Starting point</i> (SP)
Kedua	Belok kanan	Depan pintu kamar1
Ketiga	Berputar 180° kemudian berhenti 30 detik	Di dalam kamar1
Keempat	Belok kiri	Depan pintu kamar1

- Penentuan arah gerak robot pada setiap counter menyesuaikan dengan hasil pendeteksian lokasi ketika salah satu saklar jarak jauh ke 2 (Sw2) ditekan pada kamar dua

TABEL II

KETIKA SAKLAR JARAK JAUH KE 2 (SW2) AKTIF PADA KAMAR DUA

Counter Aktif	Aksi	Keterangan
Pertama	<i>Maju</i>	<i>Starting point</i> (SP)
Kedua	Belok kiri	Depan pintu kamar 1
Ketiga	Berputar 180° kemudian berhenti 30 detik	Di dalam kamar 2
Keempat	Belok kanan	Depan pintu kamar 1
Kelima	Tunda 1 detik, berputar 180° kemudian berhenti	<i>Starting point</i> (SP)

- Penentuan arah gerak robot pada setiap *Counter* menyesuaikan dengan hasil pendeteksian lokasi ketika salah satu saklar jarak jauh ke 3 (Sw3) ditekan pada kamar tiga

TABEL III

KETIKA SAKLAR JARAK JAUH KE 3 (SW3) AKTIF PADA KAMAR TIGA

Counter Aktif	Aksi	Keterangan
Pertama	Maju	<i>Starting point</i> (SP)
Kedua	Maju	Depan pintu kamar1
Ketiga	Belok kanan	Depan pintu kamar3
Keempat	Berputar 180° kemudian berhenti 30 detik	Di dalam kamar3
Kelima	Belok kiri	Depan pintu kamar3
Keenam	Maju	Depan pintu kamar1
Ketujuh	Tunda 1 detik, Berputar 180° kemudian berhenti	<i>Starting point</i> (SP)

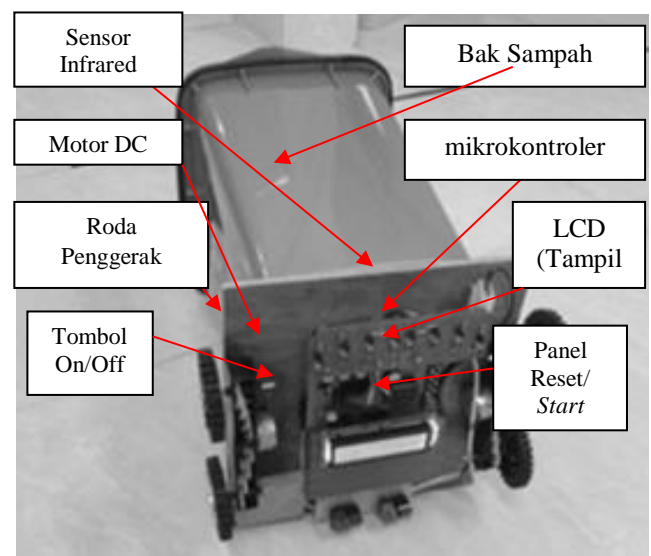
- Penentuan arah gerak robot pada setiap counter menyesuaikan dengan hasil pendeteksian lokasi ketika salah satu saklar jarak jauh ke 4 (Sw4) ditekan pada kamar empat

TABEL IV

KETIKA SAKLAR JARAK JAUH KE 4 (SW4) AKTIF PADA KAMAR EMPAT

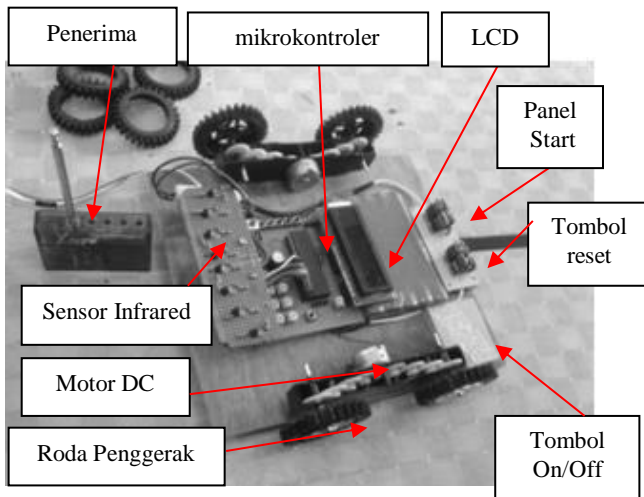
Counter Aktif	Aksi	Keterangan
Pertama	Maju	<i>Starting point</i> (SP)
Kedua	Maju	Depan pintu kamar1
Ketiga	Belok kanan	Depan pintu kamar3
Keempat	Berputar 180° kemudian berhenti 30 detik	Di dalam kamar4
Kelima	Belok kiri	Depan pintu kamar3
Keenam	Maju	Depan pintu kamar1
Ketujuh	Tunda 1 detik, Berputar 180° kemudian berhenti	<i>Starting point</i> (SP)

B. Hasil *Hardware* Bak Sampah Otomatis Dengan Pemanfaatan Robot *Line Follower*



Gambar 9 Hasil *hardware* bak sampah otomatis

BAK SAMPAH OTOMATIS BERBASIS ROBOT *LINE FOLLOWER* SEBAGAI SARANA KEMUDAHAN DALAM MEMBUANG SAMPAH DI RUMAH SAKIT



Gambar 10 Tampilan alat bak sampah otomatis dengan pemanfaatan Robot *Line Follower*

C. Hasil Ujicoba Bak Sampah Otomatis Dengan Pemanfaatan Robot *Line Follower*

1. Perangkat Lunak

Perangkat lunak diimplementasikan dengan metode Timed Event untuk menghemat penggunaan Timer. Pada metode ini Timer memberi interupsi ke CPU mikrokontroler setiap durasi waktu tertentu, yaitu $200\mu s$. Jadi program utama hanya berisi subrutin inisialisasi, sedangkan subrutin program inti berada di dalam subrutin layanan interupsi Timer (3). Program inti melakukan tugas pembacaan sensor, pemrosesan data sensor, dan pengendalian kedua motor. Basis pengetahuan robot didasarkan pada metode yang digunakan robot untuk mengikuti garis, yaitu membuat posisi garis berada di antara larik 4 sensor.

2. Perangkat Keras

Rangkaian Catu Daya

Pengujian catu daya disini untuk mengetahui apak catu daya yang dibuat sesuai yang diinginkan atau belum, dan untuk mengetahui tingkat kesalahan yang dihasilkan oleh IC regulator tersebut. Pengujian regulator dapat dilihat pada Tabel V berikut.

TABEL V PENGUJIAN INPUT DAN OUTPUT RANGKAIAN REGULATOR	
Regulator 5 V	
Input	Output
9 V DC	4,8 V DC

3. Langkah Pengujian

Untuk memperoleh hasil yang maksimal maka ada tahapan langkah – langkah pengujian agar mendapatkan data yang diinginkan. Alur pengujian dilakukan sebagai berikut.

- a. Menguji kinerja perangkat keras, perangkat lunak, dan rangkaian sensor.
- b. Menguji alat dengan cara mengukur kinerja bak sampah otomatis dengan pemanfaatan Robot *Line Follower*. Uji coba yang dilakukan dengan membuang sampah pada bak sampah otomatis yang dikendalikan dengan Robot *Line Follower*.

- c. Setelah melakukan pengujian alat akan didapatkan data penelitian.
4. Mengkalibrasi alat dengan alat Bak Sampah Otomatis Dengan Pemanfaatan Robot *Line Follower* guna mengetahui unjuk kerjanya.

D. Hasil Pengujian dan Pembahasan

1. Pengujian

Hasil pengujian alat bak sampah otomatis dengan pemanfaatan Robot *Line Follower* dilakukan dengan mengambil data kecepatan dan kepresisian lata bak sampah otomatis di rumah sakit. Kami mengambil lokasi RSUD Indramayu dalam pengambilan data dan disajikan pada Tabel VI berikut ini.

TABEL VI
HASIL PENGUJIAN

No	Lokasi	Hasil Alat	
		Berat Sampah, kg	Kecepatan Robot, km/s
1	RSUD Indramayu	2	2,3
2	RSUD Indramayu	1	1,1
3	RSUD Indramayu	3	3,4

2. Pembahasan

Dari hasil pengujian dan pengambilan data maka dapat dianalisis unjuk kerja dari alat. Berdasarkan data analisis unjuk kerja di atas maka alat Bak sampah otomatis dengan pemanfaatan Robot *Line Follower* ini dinyatakan memiliki tingkat kinerja yang cukup lumayan baik.

IV. KESIMPULAN

Perancangan Bak Sampah Otomatis dengan Pemanfaatan Robot *Line Follower* harus dilakukan secara terstruktur, baik secara fungsi, dimensi dan analisis untuk memilih komponen. Proses perancangan terdiri dari 2 tahap yaitu : (a) perancangan perangkat keras (*hardware*) yang terdiri dari sensor infrared, pembangkit frekuensi, mikrokontroler ATmega16, (b) perancangan perangkat lunak (*software*) yang berupa menentukan algoritma program, diagram alir (*flow chart*), penyusunan program *assembly*. Proses pembuatan alat bak sampah otomatis dengan pemanfaatan Robot *Line Follower* melalui beberapa tahap yaitu : (a) pembuatan perangkat keras (*hardware*) yang terdiri dari perancangan rangkaian, pembuatan alur PCB, pemasangan komponen pada PCB, pengujian rangkaian, pembuatan box, pemasangan rangkaian pada box, dan (b). pembuatan perangkat lunak (*software*) membuat program *assembly* dan penginstalan program kedalam Mikrokontroler ATmega 16.

Hasil penelitian menyimpulkan bahwa Robot *Line Follower* akan melakukan pendeteksian jalur dengan karakteristik sesuai program yang telah kita isikan ke dalam mikrokontroler, yang merupakan otak dari Robot *Line Follower*. Karakteristik robot tersebut disesuaikan dengan desain jalur dan posisi kamar rumah sakit. Robot *Line Follower* ini dapat digunakan untuk mengikuti jalur hitam yang terpasang, di setiap jalur percabangan (perempatan atau pertigaan) robot akan melakukan *Counter* aktif (perhitungan). *Counter* tersebutlah yang akan kita pakai untuk menentukan arah gerak robot yaitu : maju, belok kiri, belok kanan, berputar 180° atau berputar 180° kemudian tunda sesaat.

BAK SAMPAH OTOMATIS BERBASIS ROBOT *LINE FOLLOWER* SEBAGAI SARANA KEMUDAHAN DALAM MEMBUANG SAMPAH DI RUMAH SAKIT

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kami ucapkan kepada segenap rekan yang membantu terselesainya penelitian dan jurnal penelitian barometer FT UNSIKA Karawang Jawa Barat ini. Semoga Penelitian ini bermanfaat dan berguna bagi ilmu teknik pada umumnya dan Teknik Elektro, Teknik Industri pada khususnya.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Budiharto, Widodo. 2005. Panduan Lengkap Belajar Mikrokontroler Perancangan dan Aplikasi Mikrokontroler. Jakarta : Gramedia.
- [2] Putra, Agfianto Eko. 2002. Belajar Mikrokontroler AT89C51/52/55 (Teori dan Aplikasi). Yogyakarta : Gava Media.
- [3] Silan.2001. 8-bit Microcontroller with 4K Bytes In-System Programmable Flash AT89S51 : Intel Corporation.. <http://www.atmel.com> (diakses 10 Oktober 2016).
- [4] Sugiyono. 2008. Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D. Bandung: Alfabeta.