**Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer** e-ISSN: 2548-964X
Vol. 1, No. 3, Maret 2017, hlm. 192-205 http://j-ptiik.ub.ac.id

# Perancangan Sistem Pemetaan Ruangan Secara Dua Dimensi Menggunakan Sensor Ultrasonik

**Ricky Prasetya Santoso[1], Wijaya Kurniawan[2], Gembong Edhi Setyawan[3]**

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya
E-mail: [1]prasetyoricky@gmail.com, [2]wjaykurnia@ub.ac.id, [3]gembong@ub.ac.id

**Abstrak**

Pemetaan suatu lokasi merupakan cara yang digunakan untuk mendapatkan informasi dari suatu titik pada suatu tempat yang berbahaya atau sulit dijangkau karena faktor keamanan dan kecelakaan yang besar yang dapat dialami apabila pencari informasi itu sendiri adalah manusia yang secara langsung bersentuhan dengan kondisi berbahaya tersebut. Untuk itu diperlukan suatu device yang dapat menggantikan posisi manusia sebagai subyek untuk mencari suatu obyek pada suatu titik. Alat yang dirancang dan direalisasikan dalam tugas akhir ini berfungsi untuk memetakan ruangan yang hasilnya dapat dilihat pada layar komputer dalam bentuk peta ruang 2 dimensi. Alat ini terdiri dari Arduino Uno, ultrasonik HC-SR04 dan motor DC. Berdasarkan analisis hasil pengujian sistem yang dilakukan, sistem pemetaan bekerja dengan baik yaitu dapat mem-visualisasikan letak suatu bentuk *box* sesuai dengan yang diatur sebelumnya dengan rata-rata akurasi sistem sebesar 93,1%.

**Kata kunci**: *peta digital, 2D Mapping, ruangan, Ultrasonik, Matlab*

***Abstract***

*Mapping a location is the means used to obtain information from a point at somewhere dangerous or difficult to reach because of the great safety and accidents that can be experienced when seeking information itself is the direct human contact with the dangerous conditions. For that we need a device that can replace humans as subjects to search for an object at a point. Tools designed and realized in this thesis is used to map the room that the results can be viewed on a computer screen in the form of two-dimensional map space. This device consists of an Arduino Uno, HC-SR04 ultrasonik and dc motors. Based on the analysis of the results of system testing performed, the mapping system works well is able to visualize the location of a box in accordance with the previously arranged with an average of 93,1% accuracy of the system.*

***Keyword**: digital map , 2D Mapping, Arduino, Ultrasonic, room, Matlab*

## 1. PENDAHULUAN

Peta adalah sarana informasi (spasial) mengenai lingkungan. Pekerjaan- pekerjaan teknik sipil dan perencanaan, dasarnya membutuhkan peta-peta dengan berbagai macam jenis tema dan berbagai macam jenis skala Pemetaan adalah suatu proses penyajian informasi muka bumi yang fakta (dunia nyata), baik bentuk permukaan buminya maupun sumbu alamnya, berdasarkan skala peta, system proyeksi peta, serta simbol-simbol dari unsur muka bumi yang disajikan. kemajuan di bidang teknologi khususnya di bidang computer mengakibatkan suatu peta bukan hanya dalam bentuk nyata (pada selembar kertas, real maps, atau hardcopy), tetapi juga dapat disimpan dalam bentuk digital, sehingga dapat disajikan pada layar monitor yang dikenal dengan peta maya (virtual maps atau softcopy).

Pemetaan berasal dari kata dasar peta. Peta secara umum merupakan gambaran konvensional permukaan bumi yang didatarkan dalam bentuk dua dimensi yang memiliki kelengkapan tertentu seperti skala, legenda dan lain sebagainya(. Penambahan imbuhan awal pe- dan akhiran –an menjadikan perubahan makna menjadi proses pembuatan peta, yaitu menjadikan permukaan bumi yang lengkung dan berrelief menjadi datar dengan skala tertentu. Pemetaan suatu lokasi merupakan cara yang digunakan untuk mendapatkan informasi dari suatu titik pada suatu tempat yang berbahaya

atau sulit dijangkau karena faktor keamanan dan kecelakaan yang besar yang dapat dialami apabila pencari informasi itu sendiri adalah manusia yang secara langsung bersentuhan dengan kondisi berbahaya tersebut.

Untuk itu diperlukan suatu device yang dapat menggantikan posisi manusia sebagai subyek untuk mencari suatu obyek pada suatu titik. Sehingga dibuatlah perancangan sistem pemetaan ruangan seperti penelitian yang merealisasikan alat pemeta ruang 2 dimensi dengan memanfaatkan karakteristik gelombang ultrasonik agar dapat diketahui bentuk dan ukuran dari suatu ruangan. Hasil pengukurannya akan ditampilkan pada layar komputer (Nurjani,2012). Namun pada penelitian tersebut alat masih bersifat statis dimana alat diputar 360 derajat dan hanya memetakan pada satu titik saja tanpa bergerak mengitari sebuah ruangan. Sehingga pada penelitian ini dibuatlah sebuah sistem yang dapat memetakan semua titik pada ruangan hanya menggunakan satu garis lurus dimana alat tidak perlu berputar dalam ruangan 360 derajat.

Sistem pemetaan ruangan secara dua dimensi yang dibuat pada penelitian ini menggunakan dua sensor ultrasonik sebagai pengukur jarak, arduino uno sebagai mikrokontroller, motor driver sebagai penggerak motor dc dan motor dc sebagai penggerak alat. Data jarak hasil pengukuran akan dikirim ke PC dengan menggunakan kabel serial dan data akan langsung diolah oleh software matlab untuk menampilkan visualisasi bentuk sebuah ruangan. Sehingga sistem ini dapat memetakan bentuk yang ada dalam sebuah ruangan yang sulit dijangkau oleh manusia dan mempermudah semua pekerjaan yang memerlukan pemetaan dua dimensi.

## 2. DASAR TEORI

### *2.1 Pemetaan Digital*

Pemetaan digital (juga disebut kartografi digital) adalah proses dimana suatu kumpulan data dikompilasi dan diformat menjadi gambar digital. Fungsi utama dari teknologi ini adalah untuk menghasilkan peta yang memberikan representasi akurat dari daerah tertentu, merinci jalan utama dan tempat menarik lainnya. Teknologi ini juga memungkinkan untuk perhitungan jarak dari satu tempat ke tempat lain. Peta digital awalnya memiliki fungsi dasar yang sama seperti peta analog, mereka memberikan "pandangan virtual" dari jalan umum digariskan oleh medan yang meliputi daerah sekitarnya. Namun, seiring peta digital yang telah dikembangkan dengan perluasan teknologi GPS dalam beberapa dekade lalu, informasi lalu lintas,tempat menarik dan layanan lokasi telah ditambahkan untuk membuat peta digital lebih "sadar pengguna."Tradisional "pandangan virtual" saat ini hanya bagian merupakan dari pemetaan digital. Dalam banyak kasus, pengguna dapat memilih antara peta digital, satelit (pandangan udara), dan pemandangan hybrid (kombinasi peta virtual dan pandangan udara). Dengan kemampuan dalam memperbarui dan memperluas perangkat pemetaan digital, jalan dan tempat yang baru dibangun dapat ditampilkan di peta.

### *2.2* Ultrasonik

Dalam bagian ini akan dibahas sifat dari suara ultrasonik secara khusus, dimulai dengan pembahasan tentang definisi suara ultrasonik, dilanjutkan dengan sifat pemantulan suara ultrasonik terhadap beberapa tipe permukaan bidang pantul. Sifat pemantulan tersebut dipengaruhi oleh impedansi akustik dan bentuk geometri permukaan bidang pantul.

### *2.3* Suara Ultrasonik

Suara yang dapat didengar oleh telinga manusia normal adalah suara yang memiliki daerah frekue nsi frekuensi 20 Hz hingga sekitar 20.000 Hz. Diluar daerah frekuensi tersebut masih ada dua daerah frekuensi yang lain, yaitu:

a. *Infrasound*, adalah suara dengan daerah frekuensi yang berada di bawah daerah frekuensi pendengaran telinga manusia.

b. *Ultrasound*, adalah suara dengan daerah frekuensi yang berada di atas daerah frekuensi pendengaran telinga manusia.

Ultrasonik adalah suara yang berada dalam daerah frekuensi ultrasound, dan biasanya berkisar antara 20.000 Hz hingga 600 MHz. Karena ultrasonik mempunyai frekuensi yang cukup tinggi, maka gelombang ultrasonik memiliki panjang gelombang yang pendek. Dari persamaan 2.4. bisa diperoleh panjang gelombang ultrasonik berkisar antara 17 mm (untuk 20.000 Hz) hingga sekitar 576 nm (untuk 600 MHz).

$$\lambda = c/f \qquad (2.4)$$

dimana: c = kecepatan suara di udara [ms-1]

f = frekuensi ultrasonik yang digunakan [Hz]

Karena panjang gelombang ultrasonik yang pendek, seringkali permukaan bidang pantul bersifat seperti cermin atau sering disebut dengan pemantulan specular, yaitu pemantulan dimana sudut datang gelombang ultrasonik terhadap garis normal adalah sama dengan sudut pantul (sudut pergi) gelombang ultrasonik terhadap garis normal, sehingga permukaan bidang pantul berperan seperti permukaan cermin (mirip peristiwa pematulan optis).

### *2.4* Sifat Pemantulan Gelombang Ultrasonik Terhadap Target

Tidak semua bidang pantul memiliki pantulan yang bersifat specular terhadap gelombang ultrasonik, hal ini tergantung oleh impedansi akustik bidang pantul. Banyaknya energi ultrasonik yang diserap oleh permukaan bidang pantul dibandingkan dengan banyaknya energi ultrasonik yang dipantulkan pada dasarnya ditentukan oleh impedansi akustik (Z) antara medium perambatan (udara) dengan bidang pantul itu sendiri. Nilai Z untuk beberapa benda dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Impedansi Akustik Untuk Beberapa Medium

| **Medium** | **Z (´ $10^{-4}$) [Juta Pascal-detik/meter]** |
|---|---|
| Udara | 4,3 |
| Air | 1,5 |
| Kaca | 13 |
| Emas | 62,5 |

Sumber: (Physics, 1978)

Perpindahan energi ultrasonik tidak akan terganggu, apabila energi suara merambat pada medium yang homogen, dimana impedansi akustik (Z) adalah sama. Pada kondisi dimana suara merambat di medium yang non-homogen, maka akan terjadi perbedaan impedansi akustik antara medium yang digunakan suara untuk merambat dengan impedansi akustik bidang pantul. Apabila perbedaan impedansi (Z) antara dua media yang non-homogen makin besar, maka perpindahan energi ultrasonik akan terganggu dan dapat terjadi pemantulan. Makin besar beda impedansi akustik, makin kuat pula energi yang dipantulkan.

Ketidaksinambungan impedansi akustik muncul apabila impedansi akustik udara yang rendah bertemu dengan impedansi akustik yang tinggi dari bidang pantul (benda padat). Peristiwa tersebut menyebabkan adanya pantulan gelombang suara dari bidang pantul, yang menyebabkan terjadinya gelombang pantul dalam bentuk gema.

Koefisien perambatan untuk gelombang yang mengenai permukaan rata bidang pantul pada arah garis normal terhadap bidang pantul, dirumuskan sebagai pada persamaan 2.53.

Kt = It/Ii=It4ZaZo/((Za+Zo)2)

(2.5)

dimana: Kt = Koefisien perambatan

It = Intensitas energi yang dipancarkan

Ii = Intensitas energi yang dipantulkan

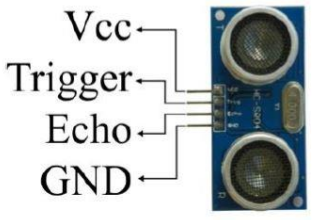
Za = Impedansi akustik dari udara

Zo = Impedansi akustik dari bidang pantul

Selain berdasarkan beda impedansi akustik antara bidang pantul dengan medium perambatan, sifat pemantulan gelombang ultrasonik justru lebih banyak dipengaruhi oleh faktor bentuk geometri dari bidang pantul, apakah berbentuk plane, corner, ataupun berbentuk edge. Berbagai tipe pantulan gelombang ultrasonik yang akan dibahas pada bagian berikut diasumsikan terjadi pada pemantulan yang bersifat specular.

### *2.5* Sensor Jarak Ultrasonik HC-SR04

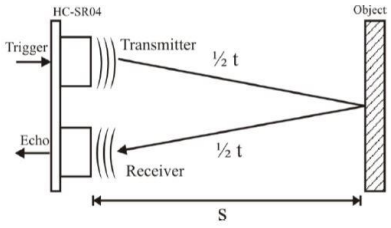
Sensor jarak ultrasonik HC-SR04 adalah sensor 40 KHz. HC-SR04 merupakan sensor ultrasonik yang dapat digunakan untuk mengukur jarak antara penghalang dan sensor. Konfigurasi pin dan tampilan sensor HC-SR04 diperlihatkan pada gambar 2.1.




**Gambar 2.1 Sensor Ultrasonik HC-SR04**
Sumber : (www.elangsakti.com, 2015)

HC-SR04 memiliki 2 komponen utama sebagai penyusunnya yaitu *transmitter* dan *receiver*. Fungsi dari ultrasonik *transmitter* adalah memancarkan gelombang ultrasonik dengan frekuensi 40 KHz kemudian ultrasonik *receiver* menangkap hasil pantulan gelombang ultrasonik

yang mengenai suatu objek. Waktu tempuh gelombang ultrasonik dari pemancar hingga sampai ke penerima sebanding dengan 2 kali jarak antara sensor dan bidang pantul seperti yang diperlihatkan pada Gambar 2.2.




**Gambar 2.2 Ultrasonik HC-SR04**
Sumber : (www.elangsakti.com, 2015)

Prinsip pengukuran jarak menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 adalah, ketika pulsa *trigger* diberikan pada sensor, *transmitter* akan mulai memancarkan gelombang ultrasonik, pada saat yang sama sensor akan menghasilkan *output* TTL transisi naik menandakan sensor mulai menghitung waktu pengukuran, setelah *receiver* menerima pantulan yang dihasilkan oleh suatu objek maka pengukuran waktu akan dihentikan dengan menghasilkan *output* TTL transisi turun. Jika waktu pengukuran adalah t dan kecepatan suara adalah 340 m/s, maka jarak antara sensor dengan objek dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan.

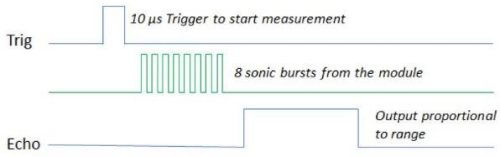
$$s = t\ x \frac{340\ \text{m/s}}{2} \qquad (2.6)$$

Dimana :

s = Jarak antara sensor dengan objek (m)

t = Waktu tempuh gelombang ultrasonik dari *transmitter* ke *receiver* (s)

Pemilihan HC-SR04 sebagai sensor jarak yang akan digunakan pada penelitian ini karena memiliki fitur sebagai berikut; kinerja yang stabil, pengukuran jarak yang akurat dengan ketelitian 0,3 cm, pengukuran maksimum dapat mencapai 4 meter dengan jarak minimum 2 cm, ukuran yang ringkas dan dapat beroperasi pada level tegangan TTL Prinsip pengoperasian sensor ultrasonik HC-SR04 adalah sebagai berikut ; awali dengan memberikan pulsa *Low* (0) ketika modul mulai dioperasikan, kemudian berikan pulsa *High* (1) pada *trigger* selama 10 µs sehingga modul mulai memancarkan 8 gelombang kotak dengan frekuensi 40 KHz, tunggu hingga transisi naik terjadi pada *output* dan mulai perhitungan waktu hingga transisi turun terjadi, setelah itu gunakan persamaan 2.7 untuk mengukur jarak antara sensor dengan objek. Timing diagram pengoperasian sensor ultrasonik HC-SR04 diperlihatkan pada Gambar 2.3.




**Gambar 2.3 Timing Diagram**
Sumber : (www.elangsakti.com, 2015)

### *2.6 Arduino Uno*

*Board* Arduino Uno merupakan *board* mikrokontroler dengan ATmega328 sebagai dasar. Dalam Arduino Uno terdapat 14 pin digital *input*/*output* (6 di antaranya dapat digunakan untuk *output* PWM), 6 *input* analog, 1 osilator Kristal 16 MHz, satu port koneksi USB, sebuah *power jack*, sebuah ICSP *header*, dan satu buah *pushbutton reset*. Arduino Uno memiliki semua perangkat yang dibutuhkan untuk menunjang kinerja sebuah mikrokontroler, Arduino Uno bisa dengan mudah dihubungkan ke sebuah komputer menggunakan kabel USB atau dapat juga disuplai dari baterai ataupun langsung dari adapter AC ke DC.

Arduino Uno berbeda jika dibandingkan dengan semua *board* sebelumnya karena tidak menggunakan FTDI *chip driver USB-to-serial*. Sebaliknya, fitur Atmega16U2 (Atmega8U2 hingga versi R2) diprogram untuk konverter *USB-to-serial*. Pada Revisi 2 dari Uno terdapat resistor *pulling* 8U2 HWB yang terhubung ke *ground*, sehingga mode DFU lebih mudah digunakan.

Arduino Uno bisa diaktifkan melalui sambungan USB atau dengan sumber daya lain. Untuk sumber daya eksternal (*non-USB*) bisa berasal dari baterai ataupun adaptor. Adaptor ini dapat dihubungkan melalui 2.1 mm jack DC ke colokan listrik board. Baterai dapat dimasukkan pada pin *header* Gnd dan Vin. *Board* dapat bekerja pada tegangan eksternal dari 6 hingga 20 volt. Jika menggunakan tegangan dibawah 6 volt mungkin tidak akan stabil. Jika menggunakan lebih dari 20 volt, regulator tegangan bisa cepat panas sehingga Arduino Uno bisa rusak. Rentang yang dianjurkan berkisar dari 7 hingga 12 volt.

Masing-masing dari 14 pin digital Arduino Uno seluruhnya bisa digunakan sebagai *input* atau *output*, menggunakan fungsi *pinMode(), digitalWrite(), dan digitalRead()*. Arduino bekerja pada tegangan 5 volt. Setiap pin dapat memberi ataupun menerima maksimum 40 mA dan mempunyai resistor *pull-up* internal dari 20kOhm hingga 50 kOhm. Arduino Uno mempunyai 6 pin *input* analog dengan nama A0 hingga A5, yang menyediakan resolusi 10 bit pada setiap pin-nya (1024 nilai yang berbeda). Secara *default input* analog tersebut mengukur dari *ground* sampai 5 volt, perubahan pada tegangan maksimal untuk *input* menggunakan pin AREF dan fungsi *analogReference()*. Selain itu, beberapa pin tersebut mempunyai spesialisasi fungsi, yaitu TWI: pin A4 atau SDA dan A5 atau SCL mendukung komunikasi TWI dan menggunakan *library Wire*.

Arduino Uno mempunyai beberapa fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, Arduino lainnya, maupun mikrokontroler lainnya. ATmega328 memiliki UART TTL (5V) komunikasi serial, yang terdapat pada pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). Pada ATmega16U2 jalur komunikasi serial melalui USB dan muncul menjadi *com port* virtual untuk *software* pada komputer. *Firmware* 16U2 menggunakan setandar driver USB COM, dan tidak memerlukan driver eksternal. Namun, di Windows diperlukan file .inf. *Software* Arduino Uno termasuk serial monitor yang memungkinkan data berupa teks yang sederhana akan dikirim menuju atau dari papan Arduino Uno. RX dan TX LED pada papan akan berkedip ketika data pengiriman sedang berlangsung melalui *chip USB-to-serial* dan koneksi USB komputer (tetapi tidak pada komunikasi serial yang menggunakan pin 0 dan 1).

Dimensi dari PCB Arduino Uno adalah 2.7 dan 2.1 inci, dengan konektor USB dan *power jack* yang sedikit memperluas dimensinya. Empat lubang sekrup yang ada memungkinkan *board* untuk dipasang ke sebuah permukaan atau perangkat lain. Jarak antara pin digital 7 dan 8 adalah 0.16 inci bukan sebuah kelipatan genap dari jarak 0,1 inci dari pin lainnya.

**Gambar 2.4 Board Arduino**
Sumber : (www.arduino.cc, 2016)

### *2.7 MATLAB*

MATLAB (*Matrix Laboratory*) adalah sebuah program untuk analisis dan komputasi *numeric* dan merupakan suatu bahasa pemrograman matematika lanjutan yang dibentuk dengan dasar pemikiran menggunakan sifat dan bentuk matriks. Pada awalnya, program ini merupakan *interface* untuk koleksi rutin-rutin numerik dari proyek *LINPACK* dan *EISPACK*, dan dikembangkan menggunakan bahasa *FORTRAN* namun sekarang merupakan produk komersial dari perusahaan *Mathworks*, Inc. yang dalam perkembangan selanjutnya dikembangkan menggunakan bahasa c++ dan *assembler*. Matlab telah berkembang menjadi sebuah environment pemrograman yang canggih yang berisi fungsi-fungsi built-in untuk melakukan tugas pengolahan sinyal, aljabar linear, dan kalkulasi matematis lainnya. MATLAB juga berisi *toolbox* yang berisi fungsi-fungsi tambahan untuk aplikasi khusus. Kemampuan pemrograman yang dibutuhkan tidak terlalu sulit bila anda telah memiliki pengalaman dalam pemrograman bahasa lain seperti C, *PASCAL*, atau *FORTRAN*. MATLAB meruapakan merk *software* yang dikembangkan oleh *Mathwork.Inc* (http://www.mathworks.com) merupakan perangkat lunak yang paling efiisen untuk perhitungan numerik berbasis matriks. Dengan demikian jika di dalam perhtungan kita dapat memformulasikan masalah ke dalam format matriks maka MATLAB merupakan perangkat lunak terbaik untuk menyelesaikannya (Sianipar 2013).

Fitur utama yang ada pada MATLAB:

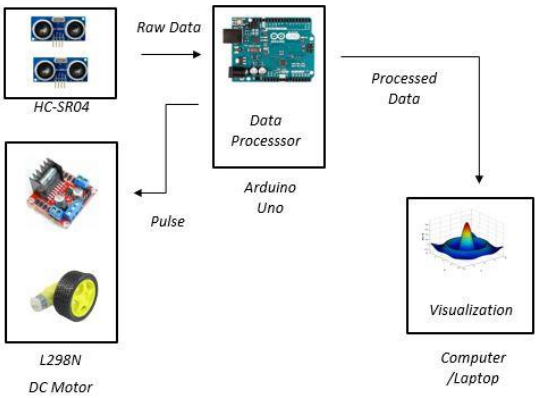
1. Bahasa tingkat tinggi untuk perhitungan numerik.
2. Lingkungan komputasi yang interaktif untuk eksplorasi dan pemecahan masalah.

3. Fungsi matematika untuk aljabar linier, statistik, analisis fourier, penyaringan (*filtering*), integrasi numerik (*numerical integration*).
4. *Built-in* grafis untuk memvisualisasikan data dan *tools* untuk membuat *custom plots*.
5. Pengembangan *tools* untuk meningkatkan kode, pemeliharaan dan memaksimalkan kinerja.
6. Fungsi-fungsi untuk menintegrasikan algoritma berbasis MATLAB dengan aplikasi eksternal seperti Microsoft® Excel®, dan bahasa pemrograman seperti C, java, .Net.

## 3. PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

### 3.1 Gambaran Umum Sistem

Perancangan sistem pemetaan ruangan ini menggunakan dua buah sensor ultrasonik HC-SR04 dan Motor Driver L298N , Sensor yang depan untuk mendeteksi obstacle dan sensor sebelah kanan berfungsi sebagai pengukuran jarak benda yang akan dipetakan. Motor Driver L298N berfungsi untuk menggerakkan dua Motor DC. Perancangan sistem bisa dilihat pada Gambar 5.1.

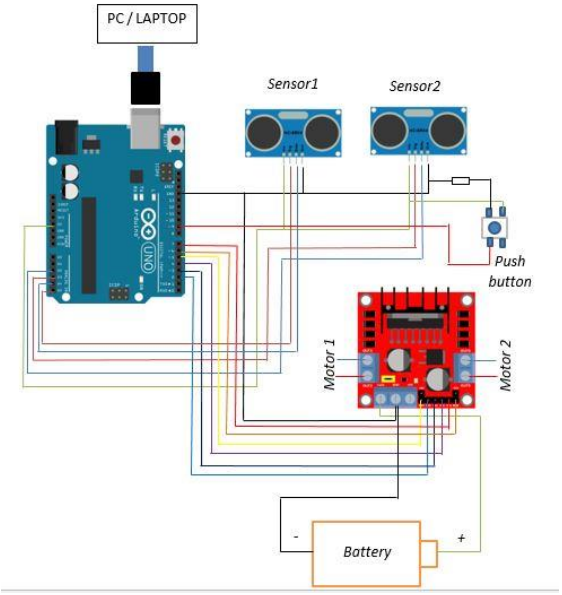



**Gambar 2.5 Perancangan Sistem**

Pada Gambar 5.1 terdapat dua sensor ultrasonik yang disambungkan dengan mikrokontroller Arduino Uno. Sensor ultrasonik pertama diletakkan di depan device yang berfungsi untuk menghitung jarak obstacle, apabila jarak dari sensor ke obstacle lebih dari 10 cm motor akan berjalan ke depan, apabila jarak dari sensor ke obstacle kurang dari 10 cm motor akan berhenti berjalan. Sensor ultrasonik kedua diletakkan disamping kanan device yang berfungsi untuk menghitung jarak sensor dengan kotak pemetaan. Setelah sensor ultrasonik membaca data, data mentah hasil bacaan sensor akan diolah dan diubah menjadi satuan centimeter yang kemudian dikirim ke PC untuk diolah dan divisualisasi ke dalam bentuk 2 dimensi menggunakan software Matlab.

### 3.2 Perancangan Perangkat Keras

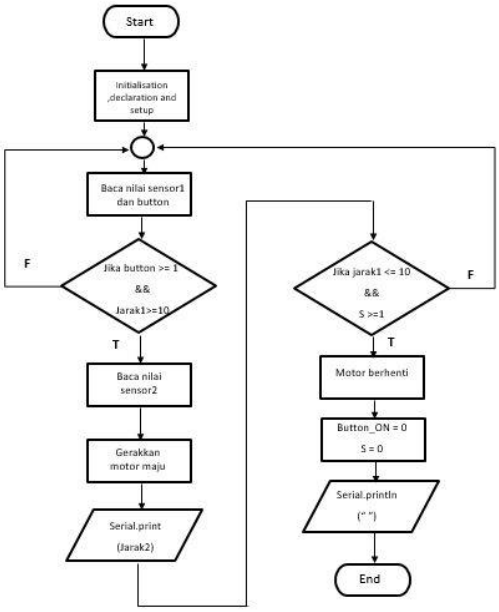
Perancangan perangkat keras terdiri dari perangkat sensor , Motor DC , Motor Driver dan Mikrokontroller yang nantinya akan dipasang pada karton plastik yang digunakan untuk tempat alat pemetaan. Skematik perancangan dari perangkat keras tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.2.




**Gambar 2.6 Rancangan Skematik Sistem**

### 3.3 Perancangan Perangkat Lunak Sistem

Perancangan perangkat lunak menggunakan bahasa C/C++ menggunakan *Arduino IDE* pada mikrokontroller. Alur perancangan perangkat lunak dari sistem ini akan dijelaskan pada *flowchart* Gambar 5.3.

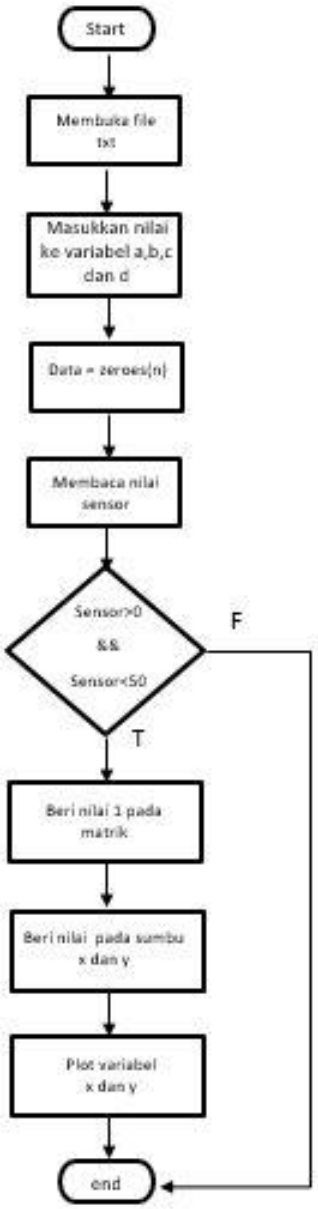



**Gambar 2.7 Diagram Alir Keseluruhan Sistem**

Gambar 5.3 diatas merupakan diagram alir keseluruhan sistem yang dimulai dari inisialisasi, deklarasi, dan *setup* sensor. Kemudian sensor1 membaca jarak *obstacle* yang ada di depan *device*, apabila button lebih dari 1 dan jarak 1 lebih dari 10 cm maka sistem akan membaca nilai sensor2, jika tidak sistem akan kembali membaca sensor1. Setelah itu motor akan bergerak maju dan akan menampilkan nilai jarak2. Jika jarak1 kurang dari 10 cm maka motor akan berhenti sehingga variable button akan bernilai 0, jika tidak sistem akan kembali membaca sensor1.

## 3.4 Perancangan Perangkat Lunak Sistem

Perancangan perangkat lunak pada Matlab ini menggunakan bahasa C/C++. Alur perancangan perangkat lunak dari sistem ini dijelaskan pada flowchart Gambar 5.4.



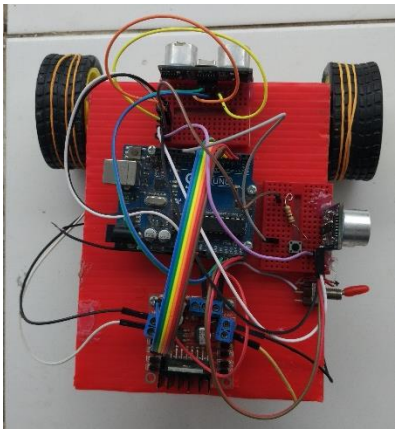

**Gambar 2.8 Diagram Alir Algoritma Sistem Visualisasi**

Gambar 5.4 diatas merupakan diagram alir algoritma sistem visualisasi yang dimulai dari membaca *file text* dari pembacaan jarak menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04. Kemudian nilai dari sensor akan dimasukkan ke dalam variabel a,b,c, dan d yang nantinya akan dibuat sebuah variable data yang berisi array 0 berjumlah (n). Setelah itu sistem akan membaca nilai dari sensor ultrasonik yang telah dimasukkan ke dalam variabel a,b,c, dan d tadi. Jika nilai sensor lebih dari 0 dan nilai sensor kurang dari 50, maka sistem akan memberikan nilai 1 pada matriks. Kemudian sistem akan memberi nilai pada sumbu x dan y dan sistem akan memulai plot sumbu x dan y. Jika nilai

sensor tidak lebih dari 0 dan nilai sensor lebih dari 50, maka sistem akan berhenti.

### 3.5 Implementasi Perangkat Keras

Implementasi perangkat keras sistem pemetaan ruangan sesuai dengan perancangan rangkaian perangkat keras yaitu menggunakan Mikrokontroller Arduino Uno, Ultrasonik HC-SR04 dan Motor Driver L298N. Implementasi perangkat keras bisa dilihat pada Gambar 5.5.



**Gambar 2.9 Rangkaian hasil implementasi perangkat keras**

Pada Gambar 5.5 diatas menjelaskan tentang rangkaian hasil implementasi perangkat keras yang dibuat sesuai perancangan yaitu terdiri dari mikrokontroller Arduino Uno , dua sensor ultrasonik HC-SR04, Motor Driver L298N, dan dua motor DC. Semua rangkaian perangkat keras tersebut dipasang pada karton plastik dengan ukuran 16 cm x 12.5 cm.

Tampak bagian bawah pemasangan Motor DC dan baterai untuk daya Motor Driver L298N dapat diliihat pada Gambar 5.6

**Gambar 2.10 Tampak bagian bawah pemasangan *Motor DC* dan baterai untuk daya *Motor Driver* L298N**

Pada Gambar 5.6 diatas terdapat dua *Motor DC* yang telah dipasang di roda kemudian diletakkan pada bagian depan *device* dan terdapat delapan baterai yang dipasangkan ditengah *board*.

## 4. PENGUJIAN DAN ANALISIS

### 4.1 Pengujian Akurasi Pembacaan Sensor HC-SR04

Pengujian ini dilakukan untuk menguji keakuratan keluaran sistem terhadap jarak yang sebenarnya. Pengujian ini dilakukan dengan cara membandingkan jarak sebenarnya pada meteran dengan jarak yang dihasilkan sistem. Dari hasil tersebut nantinya akan bisa dihitung persentase kesalahan pembacaan sensor HC-SR04.

**Gambar 2.11 Pengujian akurasi pembacaan sensor HC-SR04**

Pada Gambar 6.1 diatas, pengujian dilakukan dengan meletakkan benda didepan sensor yang sudah diberi meteran pengukur jarak secara manual,pengujian dimulai dengan meletakkan benda dari jarak 4 cm sampai jarak 70 cm. Gambar pengujian sensor bisa dilihat pada gambar 6.1. Hasil pengujian bisa dilihat pada tabel 6.1. Persentase kesalahan dapat dihitung berdasarkan rumus :

%kesalahan = (n-N)/n x 100% (6.1)

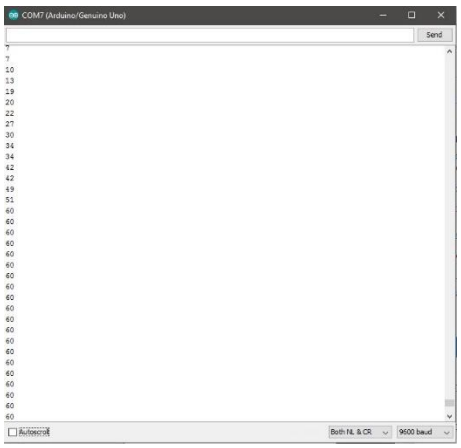
Keterangan :
N = jarak pada alat
n = jarak sebenarnya pada meteran

Tabel 2.2 Hasil pengujian sensor HC-SR04

| No | Jarak pada alat (cm) | Jarak pada meteran (cm) | Persentase Kesalahan (%) |
|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 0 | 0% |
| 2 | 5 | 5 | 0% |
| 3 | 12 | 12 | 0% |
| 4 | 19.5 | 19 | 2.56% |
| 5 | 26 | 26 | 0% |
| 6 | 33.5 | 33 | 1.49% |
| 7 | 40 | 40 | 0% |
| 8 | 47.5 | 47 | 1.05% |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 9 | 54 | 54 | 0% |
| 10 | 61.5 | 61 | 0.81% |
| 11 | 68 | 67 | 1.47% |
| 12 | 70 | 69 | 1.42% |
| 13 | 77.5 | 76 | 1.93% |
| 14 | 84 | 83 | 1.19% |
| 15 | 91.5 | 90 | 1.63% |
| Rata-rata | | | 0.91% |

Pada Tabel 6.1 diatas merupakan hasil pengukuran yang ditampilkan pada komputer secara serial menggunakan kabel usb serial. Hasil pengukuran alat bisa dilihat pada gambar 6.2.




**Gambar 2.12 Hasil pengukuran yang ditampilkan pada komputer**

Pada Gambar 6.22 diatas bisa dilihat bahwa hasil pengukuran sudah bisa ditampilkan pada komputer secara serial berupa jarak sensor dengan *obstacle* dengan satuan centimeter.

### 4.2.1 Analisis Hasil Pengujian *Sensor Ultrasonik HC-SR04*

Pada pengujian sensor HC-SR04 didapatkan keakuratan sensor bisa dibilang sudah akurat dibawah jarak 80cm. Terlihat jarak hasil pengujian pada alat tidak tepat sama dengan jarak aslinya dengan persentase kesalahan antara 0.81% hingga 2.54% dan bisa disimpulkan bahwa sensor sudah akurat pembacaannya. Berdasarkan karakteristik sensor ultrasonik HC-SR04 dapat menghitung dengan rentang jarak antara 2 – 400 cm. Perbedaan jarak hasil pengujian dengan jarak sesungguhnya dapat disebabkan oleh adanya noise. Modul sensor PING bekerja berdasarkan prinsip pemantulan gelombang ultrasonik, terkadang pemantulan gelombang ultrasonik menjadi tidak periodik dan menyebabkan hasil pengukuran tidak akurat. Selain itu kesalahan pengukuran juga dapat terjadi karena pembulatan perhitungan pada saat pembuatan program.

## 4.2 Pengujian *Motor Driver L298N*

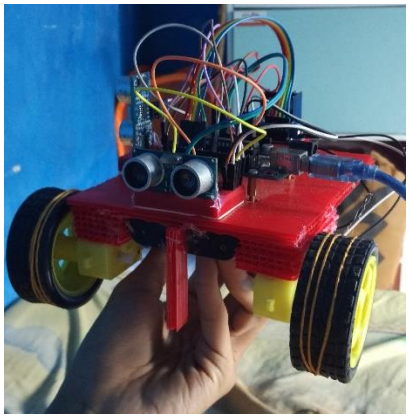
Driver motor L298N digunakan sebagai pemicu dari arah pergerakan motor dc. Pada L298N memiliki 2 buah pin enable, 4 buah pin *input* dan 4 buah pin *output* yang mana memungkinkan bagi kita untuk mengontrol 2 buah motor dc, pada rangkaian driver sistem pemetaan ini menggunakan 2 motor dc pin yang dipakai untuk motor 1 adalah enable (ENA/PIN ~6), 2 buah pin *input*(IN1/PIN 3 dan IN2/PIN 4) dan pin *output* yang digunakan adalah (OUT1 dan OUT2) yang nantinya akan disambungkan pada motor dc. Pin yang dipakai untuk motor 2 adalah enable (ENA/PIN ~5), 2 buah pin *input*(IN3/PIN 4 dan IN4/PIN 7) dan pin *output* yang digunakan adalah (OUT3 dan OUT4) yang disambungkan pada motor dc.

Tabel 2.3 Hasil pengujian Motor Driver L298N

| PIN L298N | | | | | Kondisi Motor |
|---|---|---|---|---|---|
| Enable A&B | *Input* 1 | *Input* 2 | *Input* 3 | *Input* 4 | |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | Diam |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | Diam |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | Maju |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | Mundur |

Pada Tabel 6.2 diatas adalah hasil pengujian Motor Driver L298N. Pengujian dilakukan dengan cara memberi input berupa logika “1” dan “0” pada masing-masing pin input secara bergantian kemudian melihat perubahan pada pergerakan motor yang sebelumnya disambungkan pada pin-pin output dari driver. Berikut adalah tabel hasil pengujian rangkaian driver motor L298N yang ditampilkan pada tabel 6.2.

Berikut ini adalah proses pengujian yang dilakukan untuk menggerakkan Motor Driver L298N, proses pengujian bisa dilihat pada gambar 6.3.



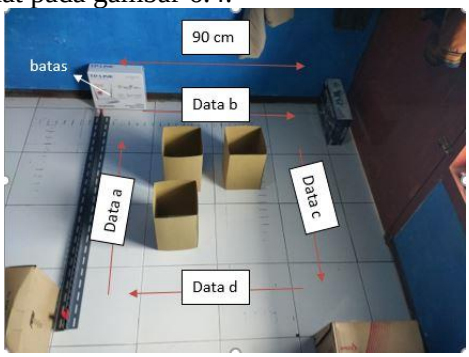
**Gambar 2.13 Proses pengujian Motor Driver L298N**

### 4.3.1 Analisis Hasil Pengujian *Motor Driver L298N*

Pada pengujian motor driver L298N bisa dilihat pada Tabel 6.2. Dari tabel tersebut bisa dilihat bahwa motor driver bisa menjalankan motor dc dengan menggerakkan motor maju dan mundur. Dengan ini pengujian L298N bisa dibilang telah memenuhi syarat yang dibutuhkan.

## 4.3 Pengujian Sistem Pemetaan Ruangan

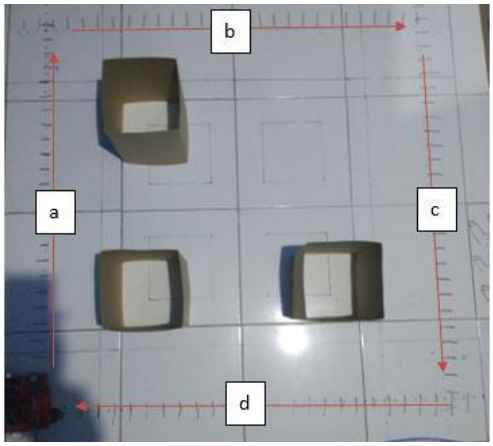
Pengujian ini bertujuan untuk membandingkan bentuk ruangan buatan dengan bentuk visualisasi dua dimensi yang dihasilkan sistem. Dimana ruangan asli tersebut berukuran 100cm x 100cm, didalam ruangan tersebut ada 3 kotak karton berukuran 16cm x 16cm yang sudah diatur bentuknya yang nantinya akan dipetakan oleh sistem. Sistem akan mengambil data sebanyak 3 kali percobaan dan data akan dibandingkan dengan perhitungan secara manual yang nantinya akan dihitung akurasinya. Sistem dapat berfungsi secara optimal jika alat berjalan secara lurus sejajar dan tidak berbelok agar pemetaan dapat berhasil dengan baik. Apabila alat berjalan tidak lurus maka pembacaan yang dihasilkan/ pemetaan tidak akan akurat. Gambar deskripsi arena buatan untuk pengujian bisa dilihat pada gambar 6.4.




**Gambar 2.14 Deskripsi arena**

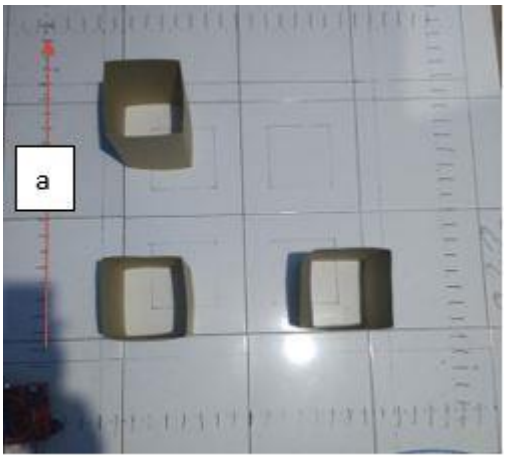
Pada Gambar 6.4 diatas bisa dilihat pada gambar arena bahwa pengujian dimulai dengan memposisikan alat pemetaan dari posisi pojok kiri bawah yang akan bergerak keatas untuk mengambil data jarak yang akan dipakai untuk *input* data array (a), alat akan mengambil data jarak sampai batas yang telah ditentukan. Dan selanjutnya pengambilan untuk data jarak (b) yang dimulai dari pojok kiri atas yang bergerak ke arah kanan, pengambilan data jarak (c) dimulai dari pojok kanan atas bergerak menuju kebawah dan pengambilan data jarak (d) bergerak dari pojok kanan bawah menuju kearah kiri.

Berikut hasil pengujian sistem pemetaan ruangan terhadap bentuk ruangan yang pertama. Gambar ruangan pertama yang akan dipetakan bisa dilihat pada Gambar 6.7. sampai ke posisi awal pemetaan.



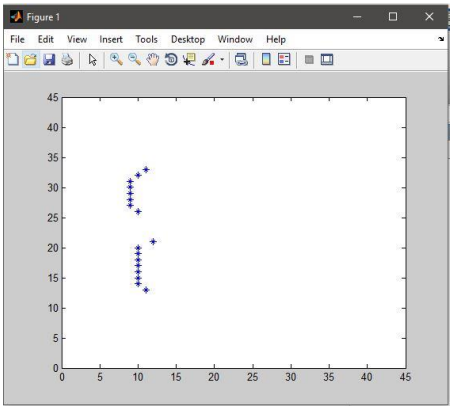

**Gambar 2.15 Bentuk ruangan yang akan dipetakan**

Gambar 6.7 diatas adalah bentuk ruangan pertama yang akan dipetakan yang akan dimulai dari pengambilan data a,b,c, dan diakhiri dengan pengambilan data d. Proses pengambilan dan perhitungan akurasi sistem data a bisa dilihat pada Gambar 6.8 berikut ini.




**Gambar 2.16 Pengambilan data a**

Pada Gambar 6.8 diatas adalah proses pengambilan data yang pertama yaitu sistem akan mengambil data jarak dari pojok kiri bawah bergerak keatas sampai pada batas yang telah ditentukan.Setelah sistem mengambil data a, data kemudian diolah oleh matlab. Hasil visualisasi data a bisa dilihat dari Gambar 6.9 di bawah ini.



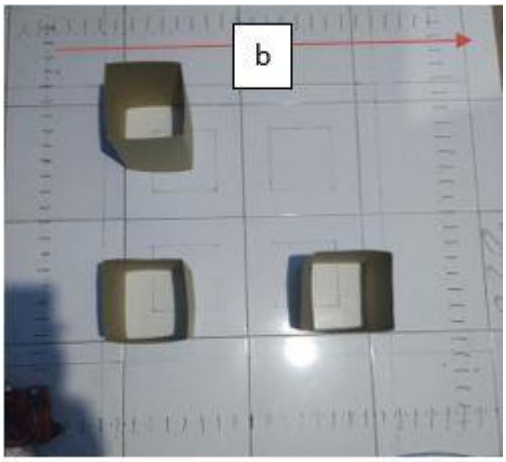

**Gambar 2.17 Hasil ploting data a pada *Matlab***

Pada Gambar 6.9 diatas adalah hasil visualisasi data a yang diperoleh dari pengambilan data jarak sistem pemetaan yang telah di visualisasikan oleh matlab bisa dilihat bahwa data telah berhasil diolah dan divisualisasikan. Pengujian akurasi data jarak antara sensor dengan obstacle yang dihasilkan oleh sistem dengan pengukuran jarak secara manual bisa dilihat pada Tabel 6.3 dibawah ini.

Tabel 2.4 Pengujian akurasi sistem data a

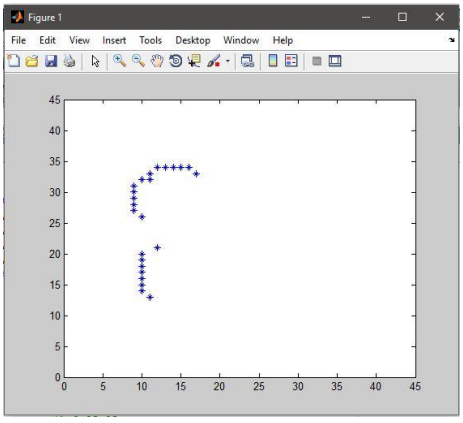
| Pengukuran Sistem | Pengukuran Manual | Persentase |
|---|---|---|
| 11 | 10 | 90% |
| 10 | 10 | 100% |
| 10 | 10 | 100% |
| 10 | 10 | 100% |
| 10 | 10 | 100% |
| 10 | 10 | 100% |
| 10 | 10 | 100% |
| 10 | 10 | 100% |
| 10 | 10 | 100% |
| 12 | 10 | 80% |
| 10 | 10 | 100% |
| 9 | 10 | 90% |
| 9 | 10 | 90% |
| 9 | 10 | 90% |
| 9 | 10 | 90% |
| 9 | 10 | 90% |
| 10 | 10 | 100% |
| 11 | 10 | 90% |
| Rata-rata | | 94,70% |

Tabel 6.3 diatas merupakan hasil pengujian akurasi sistem pengambilan data jarak terhadap obstacle dimana akan ditunjukkan hasil pengambilan data menggunakan sensor dan hasil pengukuran manual menggunakan meteran, dan dihitung persentase akurasinya. Proses selanjutnya adalah pengambilan dan perhitungan akurasi sistem data b yang bisa dilihat pada Gambar 6.10 berikut ini.




**Gambar 2.18 Pengambilan data b**

Pada Gambar 6.10 diatas adalah proses pengambilan data yang kedua yaitu sistem akan mengambil data jarak dari pojok kiri atas bergerak kekanan sampai pada batas yang telah ditentukan. Setelah sistem mengambil data b, data kemudian diolah oleh matlab. Hasil visualisasi data a bisa dilihat dari Gambar 6.11 di bawah ini.




**Gambar 2.19 Hasil ploting data b pada *Matlab***

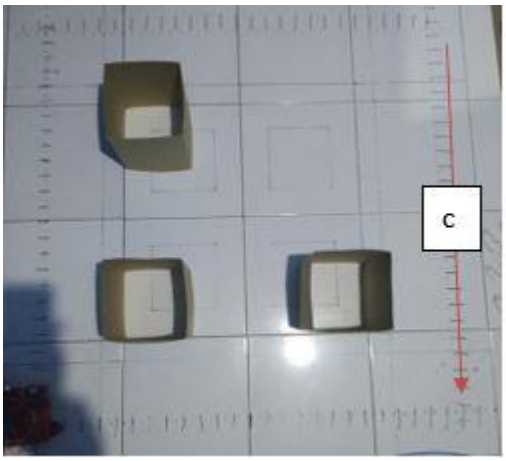
Pada Gambar 6.11 diatas adalah hasil visualisasi data b yang diperoleh dari pengambilan data jarak sistem pemetaan yang

telah di visualisasikan oleh matlab bisa dilihat bahwa data telah berhasil diolah dan divisualisasikan. Pengujian akurasi data jarak antara sensor dengan obstacle yang dihasilkan oleh sistem dengan pengukuran jarak secara manual bisa dilihat pada Tabel 6.4 dibawah ini.

Tabel 2.5 Pengujian akurasi sistem data b

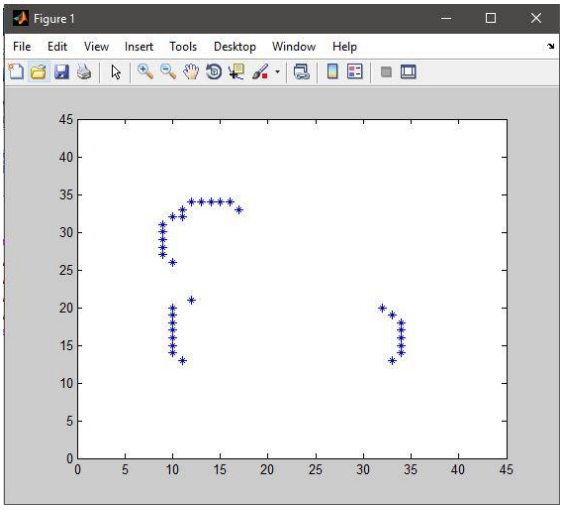
| Pengukuran Sistem | Pengukuran Manual | Persentase |
|---|---|---|
| 11 | 10 | 90% |
| 9 | 10 | 90% |
| 9 | 10 | 90% |
| 9 | 10 | 90% |
| 9 | 10 | 90% |
| 9 | 10 | 90% |
| 10 | 10 | 100% |
| Rata-rata | | 91,42% |

Tabel 6.4 diatas merupakan hasil pengujian akurasi sistem pengambilan data jarak terhadap obstacle dimana akan ditunjukkan hasil pengambilan data menggunakan sensor dan hasil pengukuran manual menggunakan meteran, dan dihitung persentase akurasinya. Proses selanjutnya adalah pengambilan dan perhitungan akurasi sistem data c yang bisa dilihat pada Gambar 6.12 berikut ini.




**Gambar 2.20 Pengambilan data c**

Pada Gambar 6.12 diatas adalah proses pengambilan data yang ketiga yaitu sistem akan mengambil data jarak dari pojok kanan atas bergerak kebawah sampai pada batas yang telah ditentukan. Setelah sistem mengambil data c, data kemudian diolah oleh matlab. Hasil visualisasi data a bisa dilihat dari Gambar 6.13 di bawah ini.



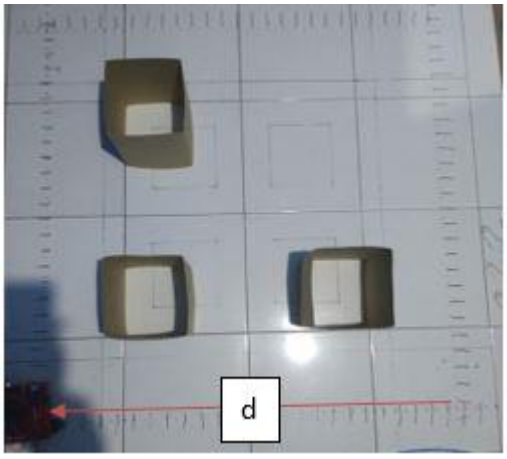

**Gambar 2.21 Hasil ploting data c pada *Matlab***

Pada Gambar 6.13 diatas adalah hasil visualisasi data c yang diperoleh dari pengambilan data jarak sistem pemetaan yang telah di visualisasikan oleh matlab bisa dilihat bahwa data telah berhasil diolah dan divisualisasikan. Pengujian akurasi data jarak antara sensor dengan obstacle yang dihasilkan oleh sistem dengan pengukuran jarak secara manual bisa dilihat pada Tabel 6.5 dibawah ini.

Tabel 2.6 Pengujian akurasi sistem data c

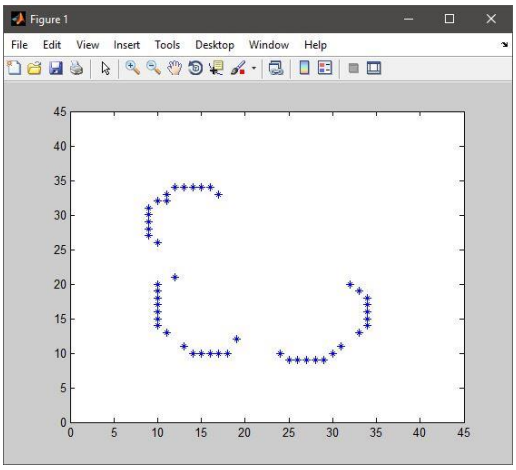
| Pengukuran Sistem | Pengukuran Manual | Persentase |
|---|---|---|
| 11 | 10 | 90% |
| 10 | 10 | 100% |
| 9 | 10 | 90% |
| 9 | 10 | 90% |
| 9 | 10 | 90% |
| 9 | 10 | 90% |
| 9 | 10 | 90% |
| 10 | 10 | 100% |
| Rata-rata | | 92,5% |

Tabel 6.5 diatas merupakan hasil pengujian akurasi sistem pengambilan data jarak terhadap obstacle dimana akan ditunjukkan hasil pengambilan data menggunakan sensor dan hasil pengukuran manual menggunakan meteran, dan dihitung persentase akurasinya. Proses selanjutnya adalah pengambilan dan perhitungan akurasi sistem yang terkahir yaitu data d yang bisa dilihat pada Gambar 6.14 berikut ini.




**Gambar 2.22 Pengambilan data d**

Pada Gambar 6.14 diatas adalah proses pengambilan data yang ketiga yaitu sistem akan mengambil data jarak dari pojok kanan bawah bergerak kekiri sampai pada batas yang telah ditentukan. Setelah sistem mengambil data d, data kemudian diolah oleh matlab. Hasil visualisasi data a bisa dilihat dari Gambar 6.15 di bawah ini.




**Gambar 2.23 Hasil ploting data d pada *Matlab***

Pada Gambar 6.15 diatas adalah hasil visualisasi data d yang diperoleh dari pengambilan data jarak sistem pemetaan yang telah di visualisasikan oleh matlab bisa dilihat bahwa data telah berhasil diolah dan divisualisasikan. Pengujian akurasi data jarak antara sensor dengan obstacle yang dihasilkan oleh sistem dengan pengukuran jarak secara manual bisa dilihat pada Tabel 6.6 dibawah ini.

Tabel 2.7 Pengujian akurasi sistem data d

| Pengukuran Sistem | Pengukuran Manual | Persentase |
|---|---|---|
| 11 | 10 | 90% |
| 10 | 10 | 100% |
| 9 | 10 | 90% |
| 9 | 10 | 90% |
| 9 | 10 | 90% |
| 9 | 10 | 90% |
| 9 | 10 | 90% |
| 10 | 10 | 100% |
| 12 | 10 | 80% |
| 10 | 10 | 100% |
| 10 | 10 | 100% |
| 10 | 10 | 100% |
| 10 | 10 | 100% |
| 10 | 10 | 100% |
| 10 | 10 | 100% |
| 11 | 10 | 90% |
| Rata-rata | | 94% |

Tabel 6.5 diatas merupakan hasil pengujian akurasi sistem pengambilan data jarak terhadap obstacle dimana akan ditunjukkan hasil pengambilan data menggunakan sensor dan hasil pengukuran manual menggunakan meteran, dan dihitung persentase akurasinya.

### 4.3.2 Analisis Hasil Pengujian Sistem Pemetaan Bentuk Ruangan

Seperti yang dapat dilihat pada hasil pengujian, sistem pemetaan bekerja dengan baik yaitu dapat memvisualisasikan letak suatu bentuk box sesuai dengan yang diatur sebelumnya. Pada pegujian sistem dengan data a didapatkan rata-rata akurasi sistem sebesar 94,70%, pada pegujian sistem data b didapatkan rata-rata akurasi sistem sebesar 91,42%, pada pegujian sistem data c didapatkan rata-rata akurasi sistem sebesar 92,5%, dan pada pegujian sistem data d didapatkan rata-rata akurasi sistem sebesar 94%. Dari keempat pengujian tersebut didapatkan rata-rata akurasi sitem sebesar 93,1%.

## 4.4 Saran

Dari kesimpulan diatas penulis memiliki beberapa saran untuk pengembangan atau penelitian lebih lanjut. Saran terebut diantara lain sebagai berikut.

1. Disarankan untuk penelitian selanjutnya menggunakan sensor dengan tingkat akurasi lebih baik dari sensor ultrasonik. Dikarenakan sensor ultrasonik pengukurannya masih belum terlalu akurat untuk pemetaan.

2. Proses pengiriman data pemetaan disarankan sudah bisa tanpa kabel atau secara wireless agar pemetaan bisa berjalan dimedan sesungguhnya.
3. Robot yang digunakan untuk pemetaan saya sarankan sudah full otomatis tanpa campur tangan manusia lagi dikarenakan nantinya alat ini diharapkan bisa memetakan sebuah ruangan yang tidak bisa dijangkau manusia.

## 5. DAFTAR PUSTAKA


Nurjani,U. "Realisasi alat pemeta ruang 2 dimensi"(Universitas Kristen Maranantha)2012.

Setiawan,D. "Pemetaan Ruangan Dua Dimensi Dengan menggunakan Sensor Ultrasonik"(Universitas Kristen Petra)2003.

Wang,X. "2D Mapping Solutions for Low Cost Mobile Robot "(KTH Computer Science)2013.

Gonjales,J. "Map building for a mobile robot equipped with a 2D laser rangefinder "(Malaga Univ)2002.

Elang. Cara Kerja Sensor Ultrasonik, Rangkaian & Aplikasinya. 2015. http://www.elangsakti.com/2015/05/sensor-ultrasonik.html (diakses september 11,2016 ).

Maulana, Aozon. Mengenal Arduino Uno Lebih Rinci. 2014. http://aozon.blogspot.co.id/2014/03/mengenal-arduino-uno-lebih-rinci html (diakses Februari 5, 2016).

Wikipedia. Pemetaan Digital .2016. https://id.wikipedia.org/wiki/Pemetaan_digital (diakses januari 11,2017).

Sianipar, R.H. Pemrograman Matlab dalam contoh dan penerapan. Bandung: INFORMATIKA Bandung, 2013.

Tronixlabs. Control DC and stepper motors with L298N Dual Motor Controller Modules and Arduino.2015. http://www.instructables.com/id/Control-DC-and-stepper-motors-with-L298N-Dual-Moto/ (diakses oktober 25,2016)

Nugraha,F. "Tugas Sensor Ultrasonik HC-SR04"(Universitas Hasanudin)2016.

Sparki. Ultrasonik Range Finder .2015.http://arcbotics.com/products/sparki/parts/ultrasonik-range-finder/(diakses januari 11,2017)