

Prototipe Perancangan dan Pembuatan Mesin Marka Jalan Otomatis Menggunakan Arduino Mega 2560

Ahmad Fauzi Yuliandri^{1*}, Almasri²

¹Pendidikan Teknik Elektronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

²Departemen Teknik Elektronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

*Corresponding author e-mail: yuliandriahmadfauzi@gmail.com

ABSTRAK

Tujuan pembuatan *prototipe* alat ini adalah menggabungkan proses *pre-marking* dan *marking*, serta mengubah proses yang sebelumnya manual menjadi otomatis. Proses pengolahan informasi pada alat ini menggunakan modul arduino mega 2560. Dengan menggunakan motor servo untuk membuka dan menutup pintu keluaran cat secara otomatis sesuai dengan program yang diinputkan, posisi pengecatan akan ditentukan berdasarkan informasi dari sensor ultrasonik. Ultrasonik digunakan sebagai pembaca jarak dari batas tepi jalan raya, informasinya akan diproses untuk memperhitungkan jarak agar alat diposisi yang pas untuk pengecatan. Dari hasil perbandingan antara pengukuran menggunakan sensor ultrasonik dengan pengukuran menggunakan meteran, didapatkan tingkat keberhasilan rata-rata pada 2 pengukuran dengan jarak di bawah 1 meter 95% untuk sensor kanan dan 96% untuk sensor kiri. Dengan hasil tersebut bisa disimpulkan bahwa menggunakan sensor ultrasonik sebagai pengukur jarak untuk menentukan posisi marka jalan bekerja dengan cukup baik.

Kata Kunci: Marka Jalan, Otomatisasi, Arduino Mega, Ultrasonik.

ABSTRACT

The purpose of making this prototype tool is to combine the pre-markin and marking processes, and to change the process that was previously manual to be automatic. the information processing in this tool uses the Arduino mega 2560 module. By using a servo motor to open and close the paint output door automatically according to the input program, the position of the paint will be determined based on information from the ultrasonic sensor. Ultrasonic is used as a distance reader from the edge of the highway, the information will be processed to calculate the distance so that the tool is in the right position for painting. From the results of a comparison between measurements using an ultrasonic sensor and measurements using a meter, the average success rate for 2 measurements with a distance of under 1 meter is 95% for the right sensor and 96% for the left sensor. With these results it can be concluded that using an ultrasonic sensor as a distance meter to determine the position of road markings works quite well.

Keyword: marking road, automation, Arduino Mega, Ultrasonik.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan sejarah manusia selalu diwarnai dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang berbanding lurus dengan upaya manusia dalam menyelesaikan berbagai permasalahan dalam kehidupan. Setiap permasalahan yang telah diselesaikan akan selalu ada permasalahan baru yang muncul, sehingga ilmu pengetahuan dan

teknologi akan selalu berkembang selama manusia terus hidup.

Otomatisasi merupakan salah satu realisasi dari perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang merupakan alternatif yang sangat dibutuhkan dalam kehidupan manusia untuk memperoleh sistem kerja yang terstruktur, praktis, efektif dan efisien. Otomasi merupakan sebuah sistem dimana peran manusia digantikan oleh sistem kontrol yang telah

diprogram otomatis sesuai dengan fungsinya [1]. Dengan adanya otomatisasi produksi akan meningkat, higienisan produk terjaga, kualitas produk terjamin dan pemantauan dan pengendalian secara langsung lebih mudah. Didunia industri saat ini hampir semua pabrik-pabrik memanfaatkan sistem otomasi, dikarenakan hasil lebih cepat serta kualitas yang dihasilkan lebih baik tentunya menjadi faktor utama pemanfaatan sistem otomasi ini. Keseragaman dalam proses pengerjaan akan lebih meningkat jika dibandingkan dengan proses pengerjaan oleh manusia, biaya operasional untuk sumber daya manusia juga banyak berkurang [2].

Marka jalan merupakan suatu tanda yang berada diatas permukaan jalan yang meliputi peralatan atau tanda yang membentuk garis membujur, garis melintang, garis serong serta lambang lainnya yang berfungsi untuk mengarahkan arus lalu lintas dan membatasi daerah kepentingan lalu lintas. Proses pengecatan marka jalan terbagi dua bagian yang terpisah, tugas pertama adalah proses *pre-marking* yang bertujuan untuk mengukur dan menentukan posisi marka jalan dengan menggunakan tali dan membuat titik-titik dengan kapur atau cat yang mudah hilang untuk menghindari penandaan yang salah ketika proses *marking*. Tugas Kedua adalah operator memindahkan cat dingin atau mesin termoplastik di atas garis yang telah ditandai sebelumnya (*pre-marking*) yang telah disiapkan pada langkah pertama dan memulai menyemprot/melempar cat ke permukaan jalan [3].

Otomatisasi sangat mungkin diterapkan pada proses pembuatan marka jalan, karena selama ini proses *pre-marking* dan *marking* pada mesin marka jalan yang tergolong masih manual. Proses *pre-marking* dan *marking* yang masih terpisah menyebabkan pekerjaan tidak efektif, tidak efisien, dan butuh waktu lebih dalam pengerjaannya.

Arduino Mega2560

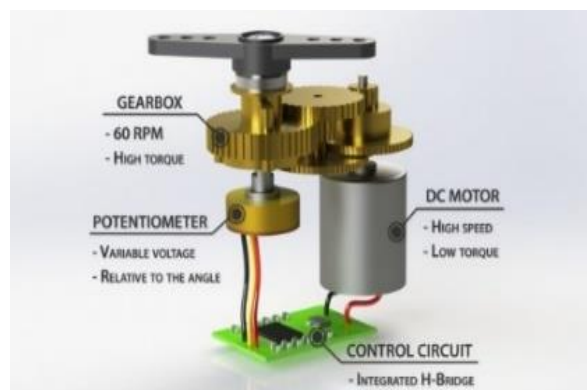
Arduino merupakan sebuah rangkaian yang memakai IC mikrokontroler sebagai pengendali utama rangkaian yang bersifat *open source*. Arduino Mega memiliki pin digital 54 pin yang dapat digunakan sebagai *input* atau *output* dan 16 pin analog A0 sampai A15 sebagai ADC, setiap pin analog memiliki resolusi sebesar 10 bit. Mikrokontroler arduino mega 2560 digunakan sebagai pengolah data informasi dan juga pengendali pada sistem ini [4] ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Mikrokontroler arduino mega 2560

Motor Servo

Motor servo pada alat ini dirangkai dengan kontrol umpan balik atau *loop* tertutup sehingga perangkat tersebut dapat diatur untuk memastikan dan menentukan posisi dari sudut poros output motor dimana posisi motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada didalam motor servo [5]. Motor servo terbagi atas 4 komponen penyusun utama yaitu *gearbox*, *variable* resistor, motor DC dan sirkuit kontrol. Motor servo dikendalikan dengan memberikan sinyal modulasi lebar pulsa (*Pulse Wide Modulation/PWM*) melalui kabel kontrol. Lebar pulsa sinyal kontrol yang diberikan akan menentukan posisi sudut putaran dari poros motor servo.



Gambar 2. Konstruksi motor servo

Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ultrasonik HC-SR04 memancarkan gelombang suara *ultrasonic* dengan *spectrum* frekuensi diatas 20 KHZ menuju suatu target atau benda yang nantinya akan memantul kembali kearah sensor, sistem pada sensor akan mengukur waktu yang diperlukan untuk pemancaran gelombang sampai kembali ke sensor dan menghitung jarak target dengan menggunakan kecepatan suara dalam medium, sensor ini dapat mengukur jarak antara 2 cm sampai 450 cm [6] ditunjukkan oleh Gambar 3.



Gambar 3. Sensor ultrasonik HC SR-04

Motor DC dan Driver Motor L298N

Aktuator merupakan peralatan mekanis untuk menggerakkan sebuah sistem yang biasa digunakan sebagai proses lanjutan dari keluaran suatu proses olah data yang dihasilkan oleh suatu sensor atau *controller*. Aktuator bekerja dengan mengubah energi listrik menjadi non-listrik seperti energi mekanik. Motor DC tergolong kedalam aktuator dimana motor DC (motor arus searah) bekerja dengan prinsip induksi magnet. Motor DC terdiri dari 2 buah bagian penting yaitu rotor dan stator [7] ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Bentuk fisik motor DC

Arah putaran motor DC apakah itu *clockwise* atau *counter clockwise* tergantung dari arah aliran arus. Arah aliran arus bisa diatur menggunakan driver motor L298N yang menerapkan prinsip *H-Bridge*. Modul ini menggunakan IC298 sebagai pengskalarnya [7] dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Modul driver L298N

Modul ini dapat menggerakkan motor DC yang memiliki tegangan antara 5 dan 35V, dengan arus puncak hingga 2A.

Keypad matrix 4x4

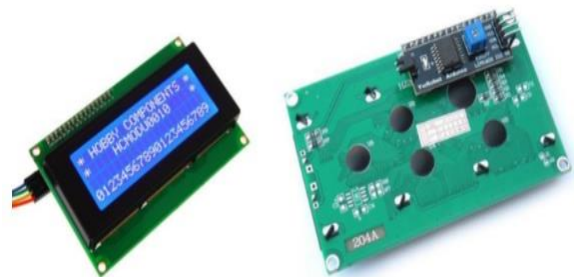
Keypad adalah sakelar-sakelar *push button* yang disusun secara *matrix* yang berfungsi untuk menginput data. Pada dasarnya *keypad* berfungsi sebagai *interface* antar perangkat dengan manusia yang terdiri dari sejumlah tombol yang disusun sedemikian rupa sehingga membentuk susunan tombol angka dan beberapa menu lainnya [8] dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Bentuk fisik keypad matrix 20x4

LCD 20x4

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah perangkat yang berfungsi sebagai media penampil dengan memanfaatkan kristal cair sebagai objek penampil utama, dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Bentuk fisik LCD 20x4

LCD yang digunakan adalah LCD berukuran 20x4 karakter yang telah dilengkapi *chip module* I2C untuk mempermudah pengaksesan LCD. I2C merupakan sebuah modul pelengkap untuk meminimalisir banyaknya pin dari LCD yang akan dihubungkan ke mikrokontroler, dari 16 Pin menjadi 4 pin [9].

Baterai lithium-ion

Baterai adalah suatu sel elektrokimia yang mengubah dari energi kimia menjadi energi listrik. Proses yang terjadi ketika pengeluaran adalah energi kimia akan berubah menjadi energi listrik. Sedangkan, proses saat pengisian energi listrik akan diubah menjadi energi kimia. Baterai *lithium-ion*

tergolong ke dalam *secondary* baterai (baterai isi ulang) [10] ditunjukkan oleh Gambar 8.



Gambar 8. Baterai *lithium-ion*

Volt Meter Dan Ampere Meter Digital

Volt meter merupakan suatu alat ukur yang dipergunakan untuk mengukur besar tegangan listrik pada suatu rangkaian listrik, alat ukur *volt meter* ini dipasang secara *parallel* dengan komponen yang akan diukur dalam rangkaian [10].

Ampere meter adalah alat ukur listrik yang digunakan untuk mengukur kuat arus listrik DC dan AC yang mengalir pada peralatan elektronika tersebut [11]. Seperti namanya *volt meter* dan *ampere meter* digital akan menampilkan hasil pengukuran tegangan atau arus dalam bentuk digital, alat ini biasanya memiliki akurasi yang tinggi. *Volt meter* dan *Ampere meter* digital ditunjukkan pada Gambar 9.

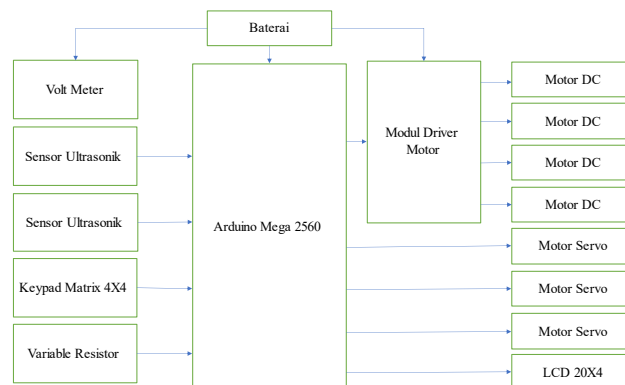


Gambar 9. *Volt meter* dan *Ampere meter* digital

II. PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Blok Diagram

Prototipe mesin marka jalan otomatis ini terdiri dari arduino mega 2560, motor servo, sensor ultrasonik, *keypad matrix*, LCD, motor DC dan *driver* motor L298N. Blok diagram dari prototipe mesin marka jalan otomatis dapat dilihat pada gambar 10. Berikut :



Gambar 10. Blok diagram sistem

Setiap blok pada blok diagram di atas memiliki fungsi yang berbeda-beda, berikut fungsi dari masing-masing blok pada diagram di atas :

1. Sensor ultrasonik

Sensor ultrasonik berfungsi sebagai pembaca jarak dari sensor ultrasonik ke batas tepi jalan raya (trotoar/pembatas jalan).

2. Keypad Matrix

Keypad matrix 4x4 pada sistem ini berfungsi sebagai input posisi marka yang dibutuhkan waktu pengecatan.

3. Arduino Mega 2560

Mikrokontroler arduino mega pada alat ini berfungsi sebagai otak yang mengendalikan setiap komponen lainnya pada prototipe ini.

4. Motor servo

Motor servo pada sistem ini terdiri dari tiga buah motor servo. Dimana 2 servo yang diposisikan dibagian belakang tempat mengeluarkan cat marka. Servo bekerja dengan membuka dan menutup pintu pengeluaran cat dengan waktu yang telah diprogram sebelumnya. Dan satu servo pada bagian depan digunakan mengatur alat untuk berbelok ke kiri, kanan atau lurus.

5. Modul driver dan motor DC

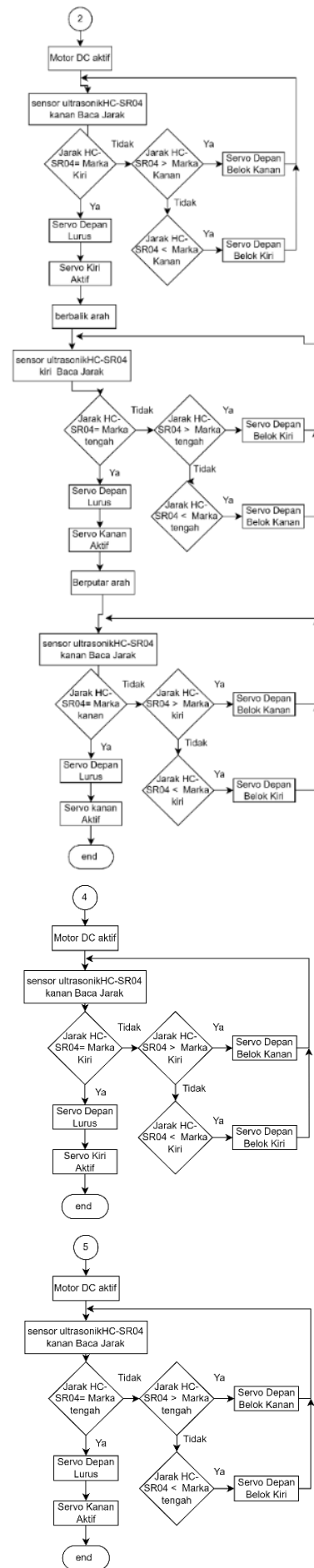
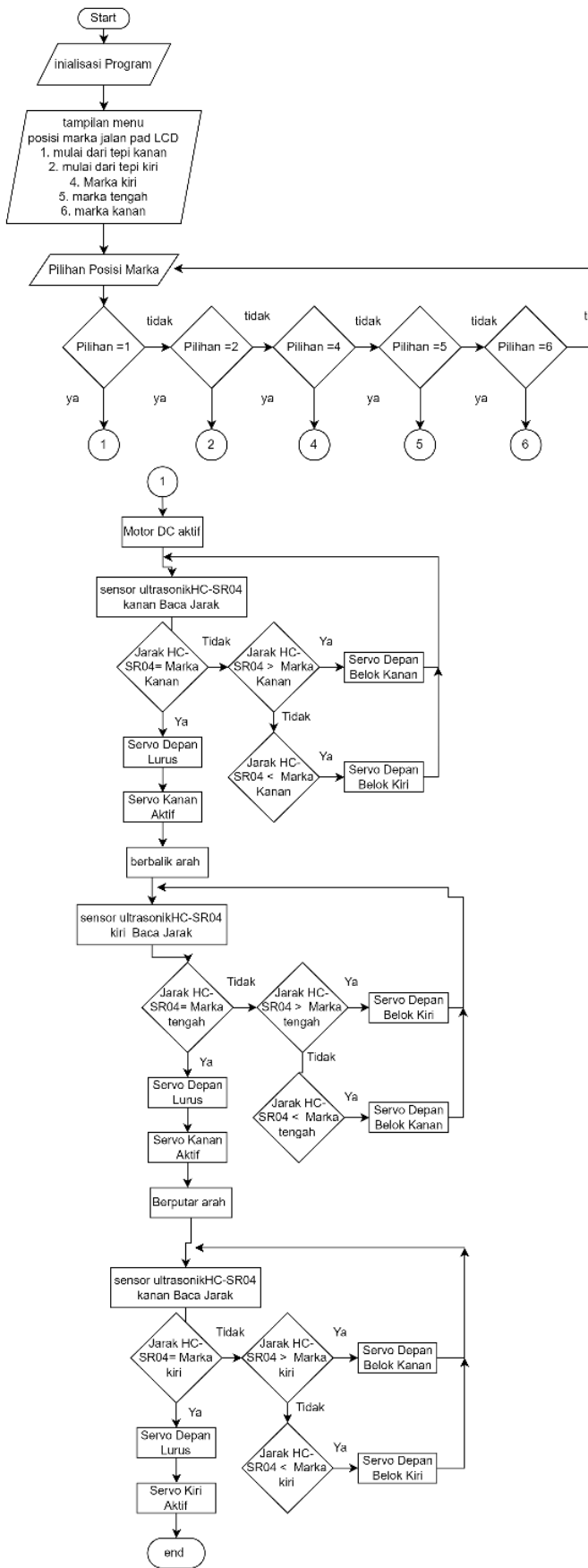
Motor DC berfungsi sebagai penggerak dari alat ini untuk melaju ke depan, sedangkan *driver* motor berfungsi untuk pengatur kecepatan dan arah putaran dari motor yang dikontrol oleh Arduino Mega.

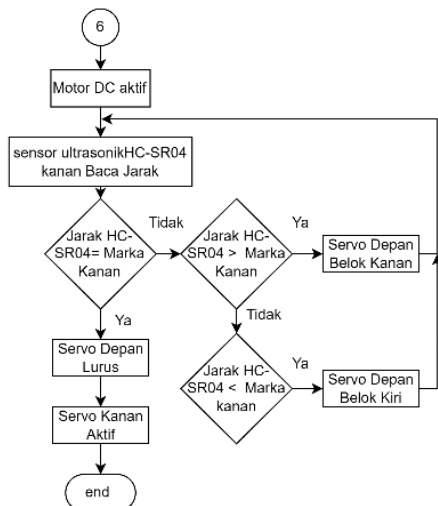
6. LCD dan I2C

LCD dan I2C berfungsi menampilkan informasi pada alat, baik berupa menu pilihan dan pembacaan jarak sensor ultrasonik.

Flowchart Sistem

Flowchart berikut menunjukkan urutan dan langkah-langkah dari proses yang terjadi pada *prototipe* mesin marka jalan otomatis ini dari awal hingga akhir proses ditunjukkan pada Gambar 11.





Gambar 11. Flowchart sistem

Prinsip Kerja Alat

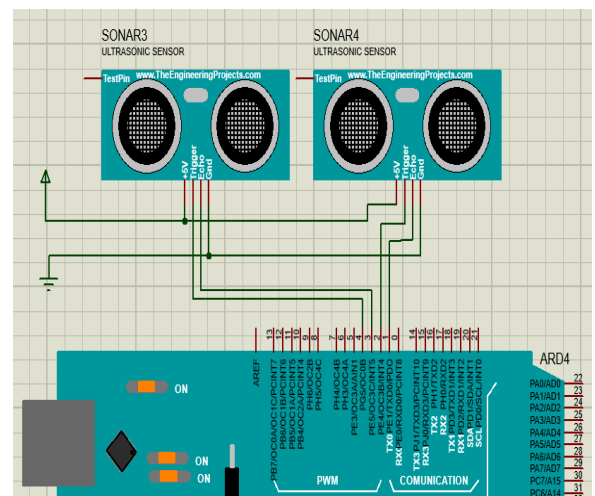
Mesin marka jalan aktif ketika sakelar dalam posisi ON, LCD pada bagian atas mesin marka jalan akan aktif dan menampilkan menu pilihan posisi marka jalan: 1) Kanan > Tengah > Kiri, 2) Kiri > Tengah > Kanan, 4) Marka kiri, 5) Marka tengah, 6) Marka kanan. Keypad matrix 4x4 dipasang pada bagian atas mesin berfungsi untuk memberi input pilihan posisi marka jalan. Ketika tombol keypad ditekan arduino mengirimkan perintah kepada sensor ultrasonik HC-SR04 untuk membaca jarak saat ini. Motor DC pada setiap sisi aktif dan melaju ke arah depan, motor servo bagian depan mengatur arah belok ke kiri, kanan atau lurus dari alat. Ketika jarak yang terbaca saat ini lebih besar dari jarak yang dipilih pada input maka motor servo bekerja untuk membelokkan alat sedikit ke kanan, Ketika jarak yang terbaca lebih kecil dari yang diinputkan maka motor servo bekerja untuk membelokkan alat sedikit ke kiri, proses ini bekerja berulang kali hingga sensor ultrasonik membaca jarak saat ini sama dengan jarak yang diinputkan. Setelah jarak yang dibaca ultrasonik dan jarak/posisi marka yang telah diinputkan pada keypad matrix 4x4 sama. Maka motor servo yang ada pada bagian belakang mesin akan membuka dan menutup pintu keluar cat, hingga cat marka jalan keluar sampai batas waktu yang telah diprogram. Kemudian motor DC, servo dan sensor ultrasonik akan mati/ berhenti bekerja. Pada input keypad tombol 1 dan 2 akan bekerja untuk membentuk marka kanan (utuh), marka tengah (putus-putus) dan marka kiri (utuh). Proses kerjanya pada input 1 akan di mulai dari percepatan marka kanan, kemudian berputar arah 180 derajat, dan memulai percepatan marka tengah kemudian berputar lagi 180 derajat untuk memulai percepatan marka kiri. Pada tombol 2 akan dimulai dari marka kiri, marka tengah dan marka kanan. Sedangkan untuk tombol 4 akan memulai percepatan pada marka kiri hingga batas waktu yang

diprogram tanpa berbalik arah, begitupun tombol 5 untuk marka tengah dan tombol 6 untuk marka kanan. Satu orang dibutuhkan sebagai operator yang memantau kinerja alat, memberikan input jarak, menghidup dan mematikan mesin

Metode Perancangan Perangkat Keras

1. Rancangan sensor Ultrasonik HC-SR04 dengan Arduino Mega 2560

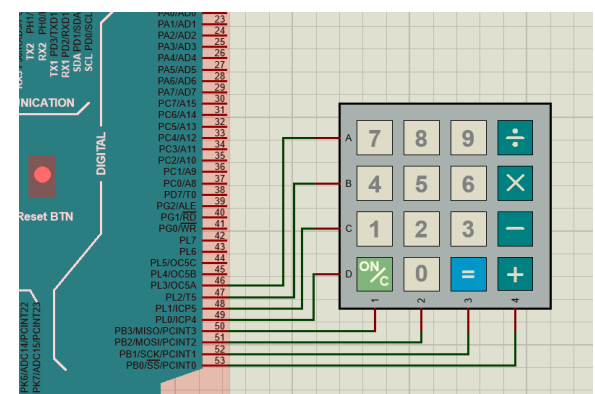
Perancangan skematik rangkaian dilakukan dengan aplikasi proteus 8 pro, agar dapat mengetahui hubungan pin pada rangkaian. Skematik rangkaian ditunjukkan pada Gambar 12.



Gambar 12. Rangkaian arduino dan sensor ultrasonik

2. Rancangan Arduino Mega dengan Keypad matrix 4X4

Rancangan Skematik Arduino Mega dengan Keypad matrix 4X4 dibuat menggunakan aplikasi proteus 8 pro agar bisa diketahui hubungan pin antar rangkaian. Berikut gambar skematik rangkaian pada Gambar 13.

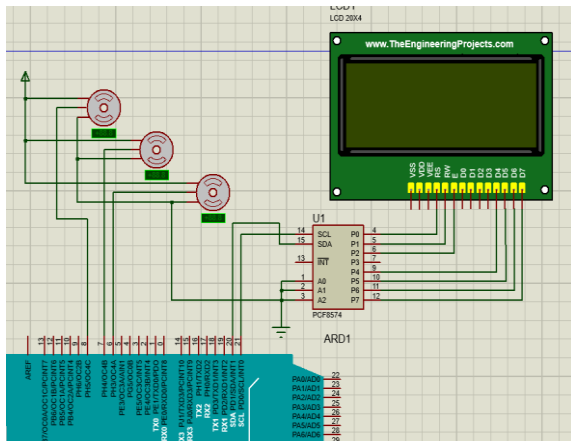


Gambar 13. Rangkaian arduino dan keypad matrix 4x4

3. Rancangan Arduino Mega dengan Motor Servo dan LCD dan I2C

Perancangan skematik rangkaian dilakukan agar dapat mengetahui pin komponen yang

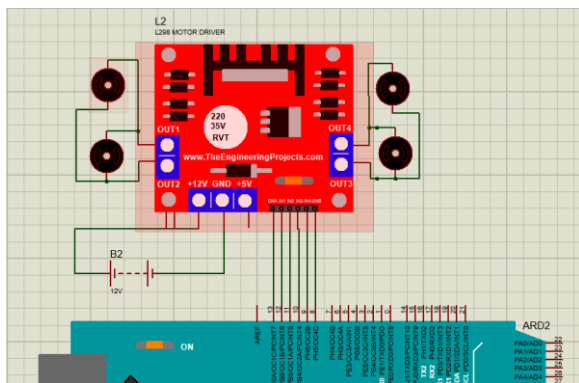
digunakan. Skematik rangkaian motor servo dan LCD 20X4 I2C ditunjukkan pada gambar 14.



Gambar 14. Rangkaian Arduino dan motor Servo

4. Rancangan Arduino Mega dengan *driver* Motor LN298 dan Motor DC 5V

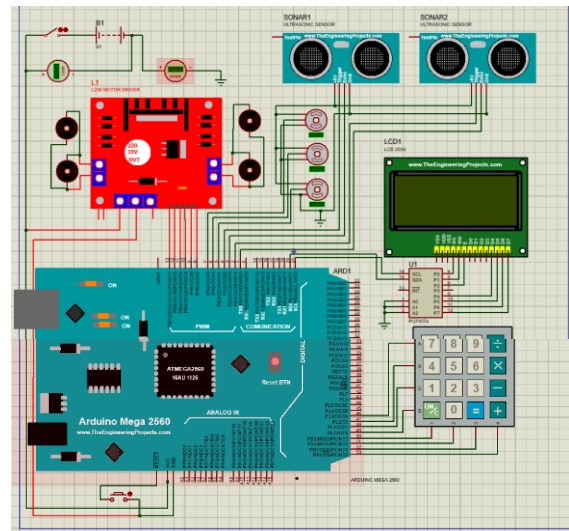
Rancangan Skematik Arduino Mega dengan LN298 modul *driver* motoro dan motor DC dibuat menggunakan aplikasi *proteus 8.3 pro* agar bisa diketahui hubungan pin antar rangkaian. berikut gambar skematik rangkaian pada gambar 15.



Gambar 15. Rangkaian arduino, LN298 driver motor dan motor DC

5. Rangkaian keseluruhan

Rangkaian keseluruhan sistem Marka jalan otomatis dirancang menggunakan aplikasi *Proteus* versi 8.3 profesional. Berikut rangkaian keseluruhan sistem marka jalan otomatis yang ditunjukkan pada gambar 16.



Gambar 16. Rangkaian keseluruhan

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

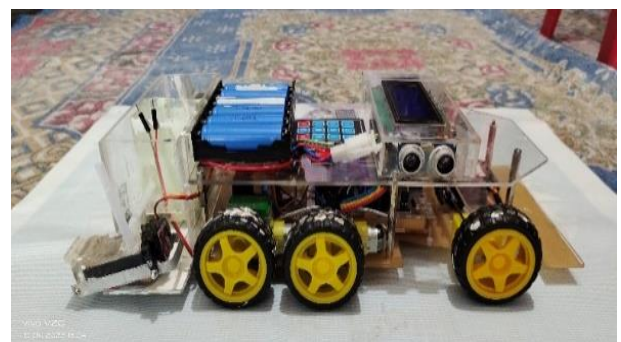
Pada saat pembuatan rangkaian elektronika perlu dilakukan pengujian terhadap setiap perangkat keras yang digunakan untuk memastikan perangkat yang digunakan dalam kondisi baik sebelum dilakukan pengujian sistem secara keseluruhan. Pengujian terlebih dahulu dilakukan secara terpisah pada masing-masing unit rangkaian antara *input* dan *output*, kemudian dilakukan ke sistem yang telah terintegrasi.

Hasil pembuatan alat

Hasil pembuatan alat dapat dilihat pada Gambar 17. dan Gambar 18. berikut.



Gambar 17. Fisik alat tampak atas



Gambar 18. Fisik alat tampak samping kanan

Pengujian pada alat

Pengujian ini dilakukan dengan tujuan memeriksa perangkat yang digunakan dalam kondisi baik, pengujian yang dilakukan berupa pengukuran tegangan dan pengujian ketika perangkat diinputkan perintah program.

1. Pengujian baterai

Sumber tegangan yang digunakan pada mesin marka jalan otomatis menggunakan Arduino mega ini menggunakan baterai *lithium-ion* 4.2V dengan kapasitas penyimpanan 1800mAh. Jumlah baterai yang digunakan 6 buah baterai sebagai sumber tegangan setiap komponen yang digunakan. Pengukuran tegangan total baterai ditunjukkan oleh tabel 1.

Tabel 1. Pengujian tegangan baterai



No	Jumlah baterai	Tegangan
1	6 Baterai <i>Lithium-ion</i>	8,25 V

Pengukuran tegangan ini menggunakan *multimeter* digital, pada saat diukur didapatkan tegangan sebesar 8.25V. tegangan baterai pada saat daya terisi penuh biasanya mencapai 8.40 V, tegangan tersebut akan turun seiring dengan waktu pemakaian.

2. Pengujian LCD dan I2C

Pengujian dilakukan dengan menghubungkan LCD ke arduino dan memberikan program sesuai dengan rancangan sebelumnya. Keberhasilan pada pengujian LCD ini dilihat pada data yang ditampilkan oleh layar LCD apakah sudah sesuai dengan yang diprogram atau tidak, ditunjukkan oleh tabel 2.

Tabel 2. Pengujian tampilan layer LCD

No	Pengujian	Hasil
1	Tampilan tanpa program	
2	Tampilan dengan program	

3. Pengujian Keypad Matrix

Pengujian pada *keypad* ini bertujuan untuk mengetahui apakah *keypad* dapat bekerja dengan baik sesuai dengan perintah yang terdapat pada program Arduino yang telah dibuat. Pengujian keypad matrix 4x4 ditunjukkan tabel 3.

Tabel 3. Pengujian keypad matrix 4x4

No	Tampilan LCD	Hasil
----	--------------	-------

1	Ketika keypad OFF	
2	Ketika Keypad ON	

Pengujian dilakukan dengan menghubungkan keypad ke arduino dan LCD. Dengan memberikan program sesuai dengan rancangan sebelumnya. Keberhasilan pada pengujian keypad ini dilihat pada data yang ditampilkan oleh layar LCD. Apakah sudah sama dengan yang diprogram ataupun belum.

4. Pengujian sensor ultrasonik

Pengujian sensor ultrasonik dilakukan dengan cara mengukur tegangan pada sensor dan melakukan pengujian pembacaan jarak oleh sensor ultrasonik ke benda padat. Pengujian ini dilakukan pada satu objek sebanyak 5 kali dengan jarak yang berbeda beda, setiap satu jarak pengukuran akan di ulang sebanyak 5 kali.

Hasil pengukuran tegangan yang masuk ke ultrasonik didapatkan sebesar 5.03 V. Hasil pengujian akan menampilkan berapa persen tingkat keberhasilan dan tingkat *error* pada saat pembacaan jarak berlangsung.

a. Pengujian Pengukur Jarak Sensor ultrasonik kanan

Hasil pengujian akan didapatkan dengan membandingkan hasil pengukuran Jarak sensor ultrasonik kanan terhadap hasil pengukuran jarak secara konvensional yang menggunakan sebuah meteran. Hasil pengujian ini ditunjukkan pada tabel 4. berikut.

Tabel 4. Pengujian pengukuran jarak sensor ultrasonik kanan

No.	Pengukuran		Selisih pengukuran (cm)	Presentase error (%)	Presentase keberhasilan (%)
	Manual (cm)	Alat (cm)			
1	23,1	23,02	0,08	0	99,65
2	30,5	29,906	0,594	2	98,05
3	41,7	40,936	0,764	2	98,17
4	65,8	62,992	2,808	4	95,73
5	79,5	75,812	3,688	5	95,36
Rata - rata			1,59	3	97

b. Pengujian Pengukur Jarak Sensor ultrasonik kiri

Hasil pengujian akan didapatkan dengan membandingkan hasil pengukuran Jarak sensor Ultrasonik kiri terhadap hasil pengukuran jarak

secara konvensional yang menggunakan sebuah meteran. Hasil pengujian ini ditunjukkan pada tabel 5.

Tabel 5. Pengukuran jarak sensor ultrasonik kiri

No.	Pengukuran		Selisih pengukuran (cm)	Presentase	
	meteran (cm)	Alat (cm)		error (%)	keberhasilan (%)
1	12,3	11,33	0,97	8	92,13
2	25,5	25,33	0,17	1	99,35
3	42,1	40,77	1,33	3	96,84
4	68,5	65,00	3,50	5	94,89
5	88	83,98	4,02	5	95,43
Rata – rata			2,00	4	96

Berdasarkan hasil pengujian pada sensor ultrasonik yang di gunakan untuk membaca jarak dari alat ke batas tepi sebanyak 5 kali pembacaan di dapatkan kesimpulan bahwa *presentase error* pembacaan sensor ultrasonik berkisar 0%- 8%. Semakin jauh jarak ultrasonik dengan batas tepi, maka semakin berkurang pula presentasi keberhasilan/keakuratannya.

5. Pengujian motor DC dan driver motor L298N

Pengujian motor DC dan driver motor L298N ini bertujuan untuk menguji apakah motor berputar sesuai arah yang telah di program, baik searah jarum jam/ kebalikannya. Hasil pengujian *driver* motor L298N untuk mengontrol arah putaran motor DC ditunjukkan oleh tabel 6.

Tabel 6. Hasil pengujian arah putaran motor pada driver motor L298N

Input Logika				Output (Putaran Motor)	
Motor Kanan		Motor Kiri		motor kanan	Motor kiri
IN1	IN2	IN3	IN4		
0	1	0	1	Ccw	cw
1	0	1	0	Cw	ccw
1	1	1	1	Stop	stop
0	0	0	0	Stop	stop

Berdasarkan tabel diatas, motor DC akan berputar jika kedua *input* logika mendapatkan kondisi yang berbeda yaitu *high* dan *low* atau sebaliknya, sedangkan jika mendapatkan kondisi input yang sama (*high - high* atau *low - low*) maka motor DC tidak akan berputar.

6. Pengujian Motor Servo

Pengujian motor Servo dilakukan dengan cara mengukur tegangan dalam dua kondisi, yang pertama adalah berapa tegangan

motor servo ketika kondisi *standby*/ sudut awal dan yang kedua adalah berapa tegangan motor servo ketika ada perubahan sudut pada motor servo. Hasil pengujian motor servo dapat dilihat pada tabel 7 dan 8.

Tabel 7. Tabel hasil pengujian motor servo depan

Titik Pengukuran	Tegangan terukur		
	Sudut awal (90°)	sudut awal + 10° (100°)	sudut awal - 10° (80°)
Motor servo depan	4.84 V	4.74 V	4.78V

Tabel 8. Hasil pengujian motor servo belakang

No	Titik Pengukuran	Tegangan terukur (V)	
		Sudut awal (90°)	sudut ubah (80°)
1	Motor servo kiri	4.85V	4.85 V
2	Motro servo kanan	4.85V	4.85 V

Dari hasil pengujian yang telah di lakukan pada motor servo depan, kiri dan belakang. Didapatkan hasil pengujian dimana perubahan dari sudut awal ke sudut gerak menyebabkan perubahan pada tegangan.

7. Pengujian Sistem

Pengujian sistem bertujuan untuk melihat hasil kerja secara keseluruhan dari sistem yang telah dirancang dan direalisasikan. Pengujian dilakukan secara runtun dari awal hingga akhir.

Hasil akhir dari pengujian sistem alat secara menyeluruh adalah diperolehnya hasil berupa pengecatan marka jalan pada posisi kanan, tengah dan kiri pada jalan. Hasil pengujian ditunjukkan pada Gambar 19,20, dan 21.



Gambar 19. Pengecatan marka jalan sebelah kanan, garis utuh



Gambar 20. Pengecatan marka jalan tengah, garis putus putus



Gambar 21. Pengecatan marka jalan sebelah kiri, garis utuh

Dari hasil pengujian keseluruhan yang telah dilakukan telah diperoleh hasil pengecatan marka jalan kanan, tengah dan kiri. Dengan ketentuan jarak marka kanan ± 25 cm, marka tengah ± 55 cm dan marka kiri ± 85 cm. Marka jalan yang dihasilkan memiliki lebar 2,5 cm dan Panjang 1 garis pada marka jalan putus putus ± 25 cm.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan dari *prototipe* perancangan dan pembuatan mesin marka jalan otomatis menggunakan arduino Mega 2560 ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Menghasilkan sebuah *prototipe* mesin marka jalan otomatis menggunakan Arduino Mega.
2. *Prototipe* mesin marka jalan otomatis ini telah dapat menentukan posisi marka jalan tengah, kiri dan kanan dengan cukup stabil.
3. Pengujian pada *prototipe* mesin marka jalan ini berhasil dilakukan dengan hasil servo yang digunakan telah mengeluarkan cat marka jalan sesuai dengan yang telah ditentukan.
4. Rancangan dan pembuatan program *prototipe* mesin marka jalan otomatis menggunakan *software* Arduino berhasil dilakukan, program telah bekerja dengan baik sesuai dengan rancangan awal.

V. SARAN

Berdasarkan pengalaman yang diperoleh selama proses perancangan dan pembuatan mesin marka jalan otomatis menggunakan Arduino Mega terdapat beberapa permasalahan yang dihadapi, untuk itu disampaikan beberapa saran supaya untuk kedepannya alat ini bekerja lebih baik lagi.

1. Sebaiknya dalam pengontrolan arah belok yang saat ini menggunakan motor servo dalam pembuatan *hardware*nya lebih dikembangkan lagi sehingga pengontrolannya bisa lebih stabil.
2. Sebaiknya sensor ultrasonik yang digunakan untuk membaca jarak *diupgrade* agar pembacaan jarak lebih akurat dan lebih panjang.
3. Sebaiknya mesin marka jalan otomatis *diupgrade* dengan sistem IOT agar perintah yang

diinputkan bisa lebih banyak dan lebih fleksibel. Sekaligus bisa mengontrol mesin dari jarak jauh.

4. Sebaiknya menggunakan baterai yang memiliki arus dan tegangan lebih besar, karena mesin ini membutuhkan sumber daya yang cukup besar.
5. Mekanisme pengeluaran cat lebih baik dikembangkan lagi agar pengecatan lebih bagus dan lebih baik.

Daftar Pustaka

- [1]. Kurnia Utama, Y. A., Widiyanto, Y., Sardjono, T. A., & Kusuma, H. 2018. *Sistem pengaturan dasar*. Papua : Aseni.
- [2]. Kusnandar, E. (2016). *Marka jalan*. Bandung : Kementerian pekerjaan umum dan perumahan rakyat badan penelitian dan pengembangan pusat litbang jalan dan jembatan.
- [3]. Satria Nugroho, A. M., Hidayat, R., & Stefanie, A. (2021). Implementasi Stepper 28BYJ-48 dan Servo MG996R sebagai Robot Lengan Pemanggang pada Alat Pemanggang Sate Otomatis Berbasis Arduino Mega. *ELECTRICIAN-Jurnal rekayasa dan Teknik Elektro.*, 15(2), 96-99.
- [4]. Pambudi, G. W. 2020. *Belajar Arduino from Zero to Hero (jilid 1)*. Jawa tengah : Creative teknologi Indonesia.
- [5]. Gunawan, K. W., Nurkholis, A., Sucipto, A., & Afifudin. (2020). Sistem Monitoring Kelembaban Gabah Padi Berbasis Arduino. *Jurnal Tenik dan Sistem Komputer Universitas teknokrat Indonesia.*, 1(1), 1-7.
- [6]. Suryono. 2018. Teknologi sensor: konsep fisis dan teknik akuisisi data berbasis mikrokontroler 32 bit atsam3x8e(arduino due). Semarang : UNDIP Press.
- [7]. Wijaksono, M. F., & Hidayat. 2017. Mudah Belajar Mikrokontroler Arduino. Bandung: Informatika.
- [8]. Suari. H. (2019). Analisis Nilai Resistansi pada Konfigurasi Keypad Satu Kabel serta pemanfaatannya dalam media pembelajaran. *Natural Science Journal.*, 5(1), 754 – 765.
- [9]. Perdana, F. A. (2020). Baterai Lithium. *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA.*, 9(2), 113-118.
- [10]. Agung Cahyono, T. H., & Suprayitno, E. A., (2018). Alat Ukur Berat Badan, Tinggi Badan, Suhu Badan Dan Suhu Badan Di Posyandu Berbasis Android. *ELINVO Electronics, Informatics, And Vocational Education.*, 3(1), 31-38.
- [11]. Hantje Ponto. 2018. Dasar Teknik Listrik. Yogyakarta : DEEPUBLISH.