

Perancangan Alat Perhitungan Besarnya Luas dan Volume pada Lubang Jalan Raya

Darsono¹, Elanda Devi Pratama², Megadita Ayuningtyas³, Tiwik Kuntari⁴

^{1,2,3,4} Program Studi S1 Fisika FMIPA Universitas Sebelas Maret,
Jl. Ir. Sutami no 36 Ketingan Surakarta

Email: elandadevip@student.uns.ac.id

Abstract: *In this paper, we discuss a tool to detect potholes on highways. This tool uses ultrasonic sensors to detect potholes. Ultrasonic sensors will detect the depth of the road so that data is obtained in the form of length, width, and height of the road hole. Then the position data is used to calculate the volume of holes on the road by multiplying the maximum number of holes, the maximum width of the holes, and the average depth of the holes and the results are displayed on the LCD. In the series of sensors, the sensors are arranged in parallel with the program that contains the standard distance of the sensor to detect objects. If the distance detected by the sensor exceeds the standard distance, it is counted as a pothole.*

Keywords: *Potholes, Ultrasonic sensor, Arduino atmega 2560.*

Abstrak: Dalam paper ini membahas tentang sebuah alat untuk mendeteksi lubang pada jalan raya. Alat ini menggunakan sensor ultrasonik untuk mendeteksi lubang jalan. Sensor ultrasonik akan mendeteksi kedalaman dari jalanan sehingga diperoleh data berupa panjang, lebar, dan tinggi lubang jalan. Kemudian data posisi tersebut digunakan untuk menghitung volume lubang yang ada di jalan dengan cara mengalikan jumlah panjang maksimal lubang, lebar maksimal lubang, dan rata-rata kedalaman lubang tersebut kemudian hasilnya ditampilkan pada LCD. Pada rangkaian alat sensor di susun sejajar dengan program yang berisi jarak standar sensor untuk mendeteksi objek. Apabila jarak yang dideteksi sensor melebihi jarak standar maka disitu dihitung sebagai lubang jalan.

Kata Kunci: Jalan berlubang, Sensor ultrasonik, Arduino atmega 2560.

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan dua musim dimana ada musim hujan dan musim kemarau. Disaat memasuki musim hujan, banyak kondisi jalan mengalami kerusakan pada permukaan jalan. Kondisi jalan yang kualitasnya rendah ini merugikan pengguna jalan dan dapat menyebabkan kerusakan pada kendaraan (Lanjewar *et al.*, 2015). Jaringan jalan yang terpelihara merupakan suatu keharusan untuk pembangunan ekonomi dan kesejahteraan masyarakat di suatu negara. Sayangnya, masih banyak negara berkembang tidak memiliki jaringan jalan yang layak dan aman untuk dilewati. Sementara kurangnya dana merupakan penyebab utama tidak membangun jaringan jalan yang baru dan memelihara yang sudah ada. Kurangnya sistem pemantauan dan pelaporan yang tepat merupakan faktor penyebab utama kondisi jaringan jalan yang bobrok (De Zoysa *et al.*, 2007).

Saat ini seringkali dijumpai ruas jalan yang rusak, menurut data yang dihimpun pada tahun 2010 hingga 2024 oleh Kementerian Pekerjaan Umum menyebutkan, secara keseluruhan kondisi jalan rusak di Indonesia mencapai 3.800 kilometer atau 11 persen jika dibandingkan dengan total panjang jalan nasional yang mencapai 34.628 kilometer. Hal tersebut tentu saja dapat mengakibatkan lumpuhnya perekonomian, meningkatnya biaya transportasi, kerusakan kendaraan akibat guncangan pada jalan berlubang, dan meningkatnya jumlah kecelakaan lalu lintas (Idestio & Wirayuda., 2014).

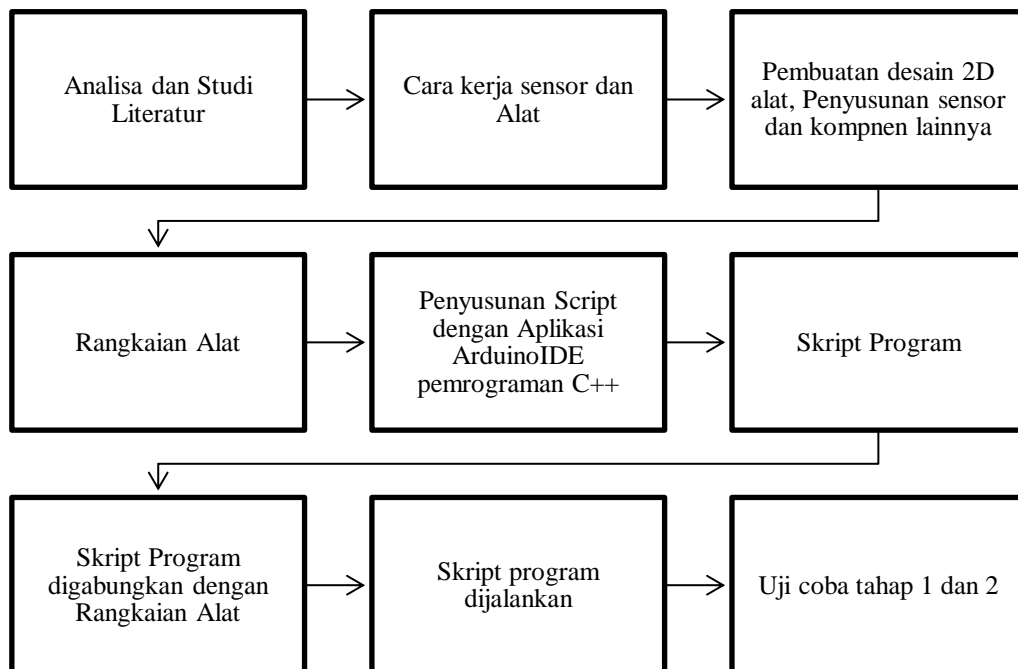
Sensor ultrasonik adalah sensor yang bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang suara dan digunakan untuk mendeteksi keberadaan suatu objek atau benda tertentu didepan frekuensi kerja pada daerah diatas gelombang suara dari 20 kHz hingga 2 MHz (Arief & Rudyanto., 2011). Sensor ini bergerak melalui udara dimana ketika ada benda atau hambatan akan terpantulkan kembali ke modul (Sambasivam *et al.*, 2019.). Efektivitas sensor ultrasonik tersusun dari sensor yang dapat mendeteksi objek sepanjang waktu dalam situasi kecepatan rendah untuk keselamatan berkendara. Sistem ultrasonik memungkinkan berkontribusi terlepas dari kondisi pencahayaan (Li Guofa *et al.*, 2019).

Keadaan yang terjadi saat ini, mendorong adanya pembuatan alat pendeteksi besarnya volume dan luas lubang jalan secara otomatis dengan memanfaatkan sensor ultrasonik. Alat pendeteksi ini mampu menjadi solusi dari masalah perhitungan luas dan volume lubang jalan yang masih manual. Perhitungan luas dan volume jalan saat ini terbilang manual dimana membutuhkan pekerja, waktu, dan dana yang cukup besar. Bahkan dikategorikan tidak praktis, karena dapat menghambat lalu lintas ketika proses pengambilan data. Inovasi dari alat ini mampu menekan biaya karena sedikit membutuhkan pekerja. Selain itu alat ini dapat mendeteksi jalan berlubang secara cepat dan akurat tanpa harus menghambat lalu lintas ketika pengambilan data.

Prinsip dari alat ini ialah memanfaatkan sensor ultrasonik sebagai sensor pendeteksi lubang jalan. Sensor ini menangkap sinyal yang kemudian diolah oleh rotary encoder yang tersambung pada program komputer. Kemudian alat akan menampilkan hasil berupa luas dan volume dari lubang jalan dengan cepat dan akurat. Kecepatan proses perhitungan data ini dapat memudahkan dalam pengambilan data jalan berlubang sehingga tidak menyebabkan kemacetan dijalan raya. Proses pengambilan data ini diharapkan memperoleh informasi data jalan berlubang yang cepat dan akurat.

2. METODE

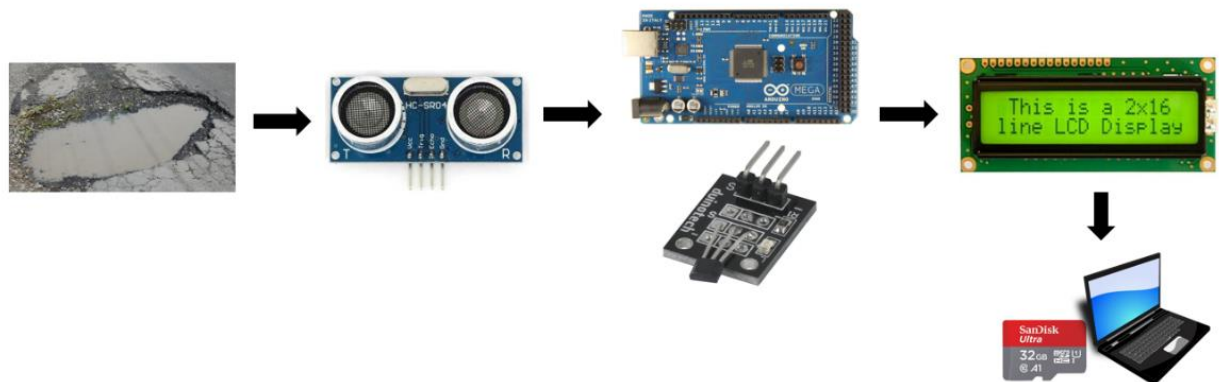
Metode penyusunan alat meliputi perancangan konsep perangkaian alat yang dapat menunjukkan tujuan awal dari pembuatan alat ini. Untuk dapat memvisualkan alat dengan baik maka dibuat sebuah model desain 2D seperti alat pada aslinya. Konsep pembuatan desain 2D ini juga menampilkan fungsi sensor dari alat yang digunakan pada rancangan. Tahap penyusunan konsep juga meliputi konsep pembuatan alat dari awal hingga tahap pembuatan selesai. Proses pembuatan alat dapat terlihat pada Gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Diagram alir proses pembuatan alat

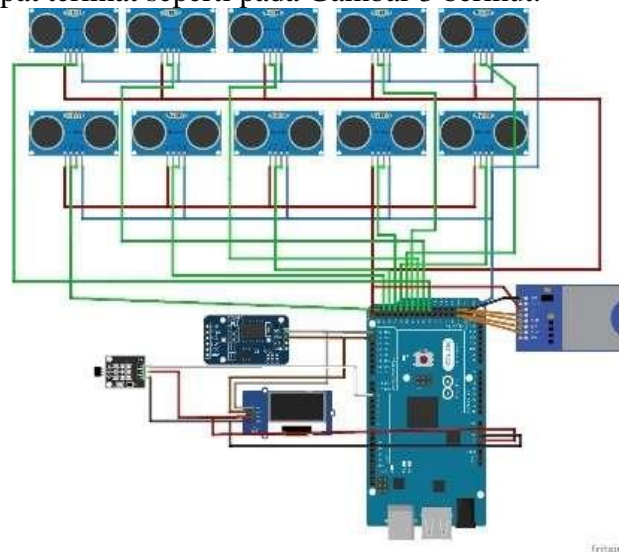
Skema perancangan alat dapat terlihat seperti pada Gambar 1. Rancangan alat terdiri dari tiga komponen yang memegang peranan penting yaitu sensor ultrasonik, rotary encoder, dan Arduino. Sensor ultrasonik adalah sensor yang bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang suara. Sensor ini bergerak melalui udara dimana transmitter mengirimkan sinyal kemudian mengenai benda dan akan terpantulkan kembali menuju receiver. Sensor ultrasonik yang digunakan yaitu sensor ultrasonik jenis HC-SR04 sejumlah 10 buah.

Komponen kedua yaitu Hall sensor yang dipasang pada bagian roda, dimana memiliki fungsi sebagai transduser yang dapat mengubah informasi magnetik menjadi sinyal listrik. Dari perputaran roda tersebut data akan diubah ke dalam bentuk data digital. Selanjutnya arduino atmega 2560 bertindak sebagai pemrosesan data. IC Atmega 2560 pada arduino atmega akan mengolah data dan memberi perintah kepada perangkat lain dalam suatu sistem. Pembuatan program pada Arduino Atmega dilakukan untuk menghasilkan program yang bisa menjalankan sensor ultrasonik agar bisa mendeteksi posisi objek dan mengetahui ukuran dari objek. Sensor dirangkai dengan Arduino atmega yang telah diprogram menggunakan aplikasi ArduinoIDE dengan bahasa pemrograman C++. Skema perancangan alat dapat terlihat seperti Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Skema perancangan alat

Pemasangan sensor dilakukan dengan merangkai sensor ultrasonik pada rangkaian kemudian dihubungkan dengan Arduino Atmega yang dijalankan dengan program. Skema pemasangan sensor dapat terlihat seperti pada Gambar 3 berikut.

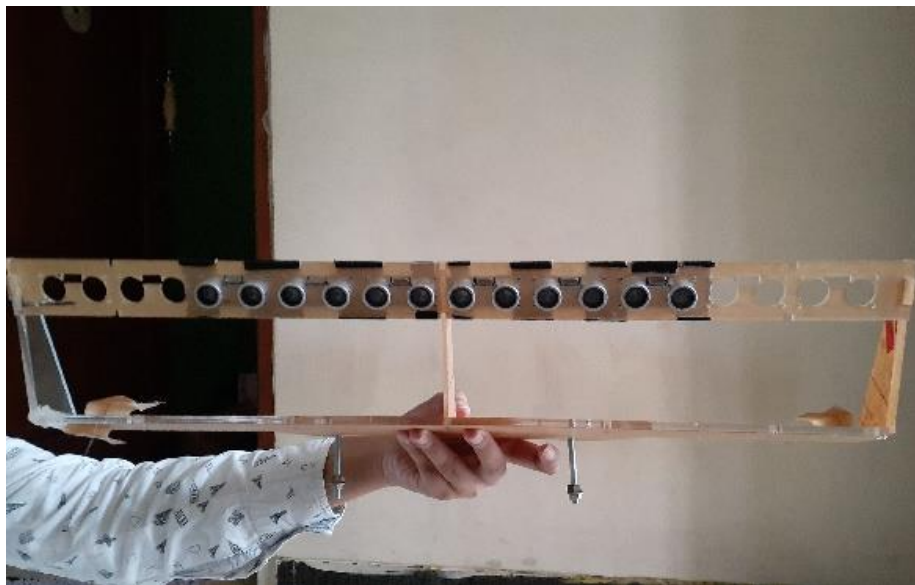


Gambar 3. Skema Pemasangan sensor

Sensor ultrasonik disini berfungsi sebagai sensor yang mendeteksi suatu objek atau benda tertentu yang berada didepannya dengan frekuensi kerja pada daerah diatas gelombang suara dari 20 kHz hingga 2 MHz. Hasil dari sensor ultrasonic ini kemudian digabungkan dengan hasil dari data *half sensor*.. Pada rangkaian alat sensor di susun sejajar dengan program yang berisi jarak standar sensor untuk mendeteksi objek. Apabila jarak yang dideteksi sensor melebihi jarak standar maka disitu dihitung sebagai lubang jalan. Prinsip ini digunakan untuk mengetahui lebar, panjang dan kedalaman dari lubang jalan sehingga dapat diketahui luas dan volume dari lubang jalan tersebut.



Gambar 4. Pemasangan sensor ultrasonik pada sepeda



Gambar 5. Pemasangan sensor ultrasonik pada alat

Pengujian alat pada objek dilakukan dengan mengoperasikan alat pada objek di sekitar seperti buku tulis atau benda lainnya. Tujuan pengujian ini untuk mengetahui bahwa alat berfungsi sesuai dengan fungsinya yaitu mendeteksi jalanan berlubang serta dapat menampilkan hasil perhitungan luas dan volume lubang jalan. Pengujian alat yang telah dirakit dilakukan di laboratorium untuk menguji alat apakah layak untuk terjun langsung di jalan raya. Kemudian pengujian kedua dilaksanakan di jalan raya untuk mengetahui apakah alat berfungsi pada jalan berlubang yang ada di jalan raya.



Gambar 6. Proses uji coba alat pada jalan berlubang



Gambar 7. Kondisi jalan berlubang

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan perancangan alat, didapatkan suatu produk *prototype* dimana *prototype* ini masih perlu dilakukan pengujian untuk mendapat analisis data yang dibutuhkan untuk menentukan apakah dapat bekerja dengan baik. Uji coba pada alat dilakukan sebanyak 6 kali dengan 2 tahapan.

Pengujian alat tahap pertama dilakukan sebanyak dua kali. Uji coba tahap pertama dilakukan dengan mengoperasikan alat pada objek di sekitar seperti buku tulis atau benda lainnya. Kemudian pengujian tahap kedua dilaksanakan sebanyak 4 kali di jalan raya untuk mengetahui apakah alat berfungsi pada jalan berlubang yang ada di jalan raya. Setelah melewati tahapan uji coba diperoleh data terbaik dari hasil uji coba. Hasil uji coba alat diproses pada Arduino dan ditampilkan pada LCD. Data hasil uji coba pada LCD terlihat seperti pada Gambar 8 berikut.



Gambar 8. Hasil Program pada LCD

Selanjutnya data hasil uji coba disimpan dalam *SD card* dan Komputer. Data uji coba alat di jalan raya terlihat seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Coba

Rotasi roda	Pembacaan sensor (cm)							
	Sensor 1	Sensor 2	Sensor 3	Sensor 4	Sensor 5	Sensor 6	Sensor 7	Sensor 8
1	6	3	1	0	1	1	0	0
2	9	2	2	0	1	1	0	0
3	7	2	2	0	2	1	0	0
4	7	2	2	0	1	1	0	0
5	6	2	1	0	1	1	0	0

Hasil uji coba alat pada jalan raya menunjukkan bahwa sensor dapat memberikan hasil deteksi yang stabil. Dimana jarak antara sensor dengan permukaan tanah yaitu sebesar 60 cm. Sensor akan mendeteksi lubang jalan apabila nilai yang ditampilkan pada LCD menunjukkan angka yang bukan 0. Data pembacaan sensor dapat terlihat seperti pada Tabel 2. Dari data tersebut, diperoleh hasil pengukuran sebagai berikut :

Tabel 3. Hasil pengukuran menggunakan alat

Hasil Alat	
Panjang	94.24 cm
Lebar	30 cm
Kedalaman	7 cm
Luas	2827,43 cm^2
Volume	19790,40 cm^3

Perhitungan panjang diperoleh dari hasil perhitungan keliling roda yaitu sebesar 18,8496cm dikali dengan 5 kali rotasi roda. Sementara perhitungan lebar diketahui dari jarak pembacaan antar sensor. Untuk jarak antar sensor sebesar 5 cm. Selanjutnya untuk kedalam lubang diperoleh dari rata-rata hasil bacaan sensor.

Untuk mengetahui keakuratan dari alat dilakukan pengukuran secara manual dengan menggunakan mistar. Hasil yang diperoleh ialah sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil pengukuran manual

Hasil Alat	
Panjang	124 cm
Lebar	22,5 cm
Kedalaman	6.6 cm
Luas	2790 cm^2
Volume	18414 cm^3

Hasil penukuran manual dan pengukuran menggunakan alat menunjukkan selisih hasil yang kecil yang menandakan tingkat kesalahan dalam perhitungan yang kecil sehingga alat ini akurat dalam mendeteksi luas dan volume lubang.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari pembuatan alat pendeteksi jalan berlubang ialah :

1. Sistem kerja alat pendeteksi jalan berlubang dengan menggunakan sensor ultrasonik ialah dengan memanfaatkan prinsip pantulan gelombang suara, dimana transmitter pada sensor ultrasonik akan mengirimkan sinyal kemudian mengenai benda dan terpantulkan kembali menuju receiver.
2. Cara merancang alat pendeteksi jalan berlubang secara efektif untuk pengukuran lubang jalan dimulai dengan sensor ultrasonik yang dipasang pada sepeda dengan jaarak 60cm dari permukaan tanah. Selanjutnya pada roda dipasang hall sensor untuk menangkap informasi berupa rotasi roda. Data selanjutnya diproses Arduino menggunakan aplikasi ArduinoIDE dengan bahasa pemrograman C++. Hasil uji coba alat menunjukkan bahwa rancangan alat ini efektif digunakan untuk mendeteksi jalan berlubang. Hasil pengukuran menggunakan alat diperoleh luas lubang jalan sebesar 2827,43 cm^2 dan volume sebesar 19790,40 cm^3 . Sementara dengan menggunakan perhitungan manual diperoleh luas lubang jalan sebesar 2790 cm^2 dan volume sebesar 18414 cm^3 . Selisih antara pengukuran manual dan alat menunjukkan hasil yang kecil yang menandakan jika alat ini bisa mendeteksi luas dan volume jalan berlubang..

5. SARAN

Saran yang diberikan untuk alat ini kedepannya adalah :

1. Pengembangan pembuatan *Prototype* lebih lanjut dimulai dari desain visual alat, program alat, dan aplikasi alat pada kendaraan.
2. Pengembangan pada bentuk visual dari alat, agar lebih rapi komponennya dan fleksible.
3. Inovasi kendaraan untuk pengaplikasian alat seperti penggunaan *drone* agar lebih maksimal dalam mengurangi kemacetan.
4. Pengembangan alat selanjutnya dapat menyesuaikan teknologi dimasa depan seperti penggunaan sensor ultrasonik yang dapat digantikan dengan sensor lain yang memiliki kestabilan dan sensitifitas yang tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

Arief, M. R. (2011). Pemrograman web dinamis menggunakan php dan mysql. *Yogyakarta:*

Andi, 7-19.

- De Zoysa, K., Keppitiyagama, C., Seneviratne, G. P., & Shihan, W. W. A. T. (2007, August). A public transport system based sensor network for road surface condition monitoring. In *Proceedings of the 2007 workshop on Networked systems for developing regions* (pp. 1-6).
- Idestio, B.D. and Wirayuda, T.A.B. 2014. Alternatif Pengukuran Luas Lubang Jalan Berbasis Data Video Menerapkan Threshold-based Marking dan GLCM. *INKOM Journal*, 7(2) : 57-65.
- Lanjewar, B., Khedkar, J., Sagar, R., Pawar, R., & Gosavi, K. (2015). Survey of road bump and intensity detection algorithms using smartphone sensors. *International Journal of Computer Science and Information Technologies*, 6(6), 5133-5136..
- Li, G., Li, S. E., Zou, R., Liao, Y., & Cheng, B. (2019). Detection of road traffic participants using cost-effective arrayed ultrasonic sensors in low-speed traffic situations. *Mechanical Systems and Signal Processing*, 132, 535-545.
- Sambasivam, R., Ranjith, C., Jerome, T., & Kumar, V. A. (2019). DESIGN AND FABRICATION OF AUTOMATED WHEEL CHAIR. *technology (AJAST)*, 6(04).