

Rancang Bangun *Prototype* Sistem Pendeteksi Jumlah Kendaraan Bermotor Menggunakan Sensor Ultrasonik Dan *Load Cell* Berbasis Mikrokontroler

Achmad Yanuar Ramadhani^{#1}, Nur Kasan², Widiyanto³

Info Artikel dan Penulis

1,2,3 - Program Studi Teknik Elektro,
Universitas Muhammadiyah Malang,
Jl. Tlogomas No. 246, Malang,
Indonesia

Penulis korespondensi:
ramadhani9701@gmail.com

Kata Kunci:

Parkir, Arduino Uno, Ultrasonik, Load Cell, Servo

Proses Artikel:

Dikirim 4 Maret 2021

Direvisi 7 Maret 2021

Diterima 22 April 2021

Diterbitkan online 22 April 2021

Abstrak

Parkir merupakan suatu pemberhentian sementara yang telah disediakan pada jenis-jenis kendaraan. Seiring perkembangan jaman yang semakin modern, penggunaan mobil pribadi sebagai alat transportasi sudah menjadi hal yang umum. Para pengguna kendaraan pribadi yang hendak parkir, kurang mendapat informasi mengenai keadaan area parkir. Karena tidak ada informasi tentang ketersediaan tempat parkir yang kosong. Dengan adanya sistem yang memberikan informasi keluar masuknya kendaraan diharapkan dapat membantu dan memberikan solusi kepada pengendara dalam mencari lokasi yang masih kosong. Bagi pihak penyedia lahan parkir memudahkan untuk mengambil tindakan dengan adanya sistem informasi mengenai jumlah yang masuk dan keluar jika tempat parkir penuh dengan menggunakan metode *Karnaugh-map*. Hasil Kalibrasi sensor *loadcell* menggunakan metode regresi linier berhasil, didapatkan nilai R sebesar 1 dan S_x sebesar 9%. Dari klasifikasi kendaraan motor dan kendaraan mobil masing - masing terdiri dari ringan, sedang dan berat. Pemrograman sensor ultrasonik berhasil menghitung dan membedakan jumlah kendaraan antara motor dan mobil dengan cara menggunakan seleksi *if - else*

Abstract

*Parking is a temporary stop that has been provided for types of vehicles. Along with the development of increasingly modern times, the use of private cars as a means of transportation has become commonplace. Private vehicle users who want to park are not well informed about the state of the parking area. Because there is no information about the availability of empty parking spaces. With a system that provides information on the entry and exit of vehicles, it is hoped that it can help and provide solutions to motorists in finding locations that are still empty. For the parking lot provider it makes it easy to take action with an information system regarding the number of entries and exits if the parking lot is full using the *Karnaugh-map* method. The results of the load cell sensor calibration using the linear regression method were successful, the R value was 1 and S_x was 9%. From the classification of motorbikes and cars, each consists of light, medium and heavy ultrasonic sensor programming successfully calculates and differentiates the number of vehicles between motorbikes and cars by using the *if - else* selection*

Ramadhani, A. Y., Kasan, N., & Widiyanto, W. (2021). Rancang Bangun *Prototype* Sistem Pendeteksi Jumlah Kendaraan Bermotor Menggunakan Sensor Ultrasonik Dan *Load Cell* Berbasis Mikrokontroler. *Journal of Mechatronics and Electrical Engineering*, Vol. 1(1), pp: 19-32, April 2021, doi: <https://doi.org/10.22219/jmee.xxxx.xxxx>

1. PENDAHULUAN

Parkir merupakan suatu pemberhentian sementara yang telah disediakan pada jenis-jenis kendaraan. Seiring perkembangan jaman yang semakin modern, penggunaan mobil pribadi sebagai alat transportasi sudah menjadi hal

yang umum. Hal ini berdampak pada makin banyaknya lahan parkir yang disediakan oleh tempat-tempat umum. Akan tetapi hal ini tidak diiringi dengan peningkatan kualitas pelayanan dan kenyamanan tempat parkir tersebut.

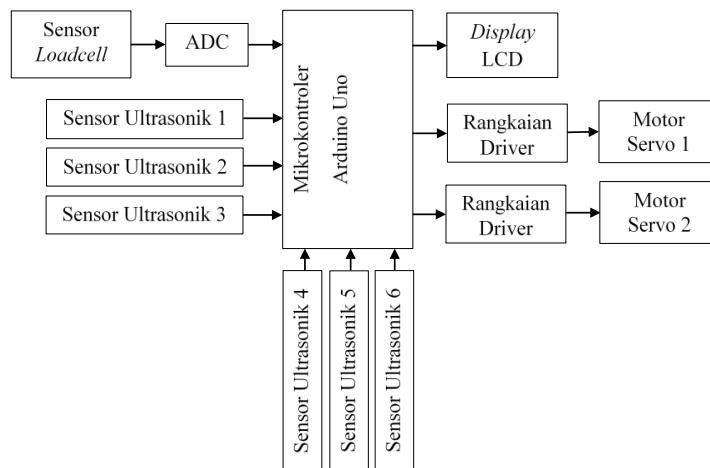
Kebanyakan sistem parkir masih bersifat konvensional di bawah pengawasan satpam atau petugas parkir, sehingga kurang memperhatikan pelayanan terhadap konsumen. Para pengguna kendaraan pribadi yang hendak parkir, kurang mendapat informasi mengenai keadaan area parkir. Karena tidak ada informasi tentang ketersediaan tempat parkir yang kosong. Akibat dari kurangnya informasi tersebut, membuat konsumen kesulitan mencari lahan parkir kosong[1]. Dengan adanya sistem yang memberikan informasi keluar masuknya kendaraan diharapkan dapat membantu dan memberikan solusi kepada pengendara dalam mencari lokasi yang masih kosong. Bagi pihak penyedia lahan parkir memudahkan untuk mengambil tindakan dengan adanya sistem informasi mengenai jumlah yang masuk dan keluar jika tempat parkir penuh. Perkembangan teknologi yang semakin maju maka semua sistem informasi dapat dirancang sedemikian rupa untuk mewujudkan kenyamanan pengguna lahan parkir.[2]

Maka dengan latar belakang masalah di atas, diajukan salah satu solusi dengan merancang bangun prototype sistem pendeteksi jumlah kendaraan bermotor menggunakan sensor ultrasonic dan load cell berbasis mikrokontroler. *Prototype* yang akan dihasilkan dalam perancangan ini memiliki kemampuan mendeteksi jenis kendaraan yang masuk dan keluar dalam area parkir. *Prototype* ini menggunakan sensor ultrasonic dan menggunakan sensor load cell, penggunaan sensor ultrasonic untuk mengetahui panjang kendaraan yang masuk sedangkan sensor load cell untuk mengetahui berat kendaraan yang masuk. Kemudian dari sensor akan diolah menggunakan mikrokontroler dimana mikrokontroler berfungsi sebagai pusat pengendalian sistem informasi yang akan ditampilkan pada layar *Liquid Crystal Display* (LCD).

Selain akan mengolah data dari sensor kendaraan yang masuk, mikrokontroler akan mengolah data dari sensor kendaraan keluar sehingga informasi yang akan ditampilkan benar dan akurat berapa jumlah yang masuk dan yang keluar dan jumlah kendaraan yang ada dalam parkir sesuai dengan kapasitas tempat parkir yang disediakan oleh pengelola parkir [3]. Penelitian ini bertujuan melakukan kalibrasi sensor Load Cell dan menentukan klasifikasi berat kendaraan masuk dan keluar parkir, mendesain tata letak sensor ultrasonic dan loadcell, serta merancang pemrograman agar sensor ultrasonic dapat menghitung kendaraan yang masuk dan keluar parkir. Adapun batasan masalahnya adalah Ukuran dimensi *prototype* adalah 50 cm x 50 cm x 3 cm, prosesor yang digunakan adalah Mikrokontroler Arduino Uno dan bahasa program yang digunakan adalah bahasa Arduino Editor IDE.

2. METODE

Dalam perencanaan pendeteksi kendaraan ini akan mengacu pada blok diagram seperti pada Gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Diagram Blok Sistem Pendeteksi Kendaraan

Tabel 1. Kategori Berat Jenis Kendaraan Pada Sensor Loadcell

Jenis Kendaraan	Load Cell (L)	Kondisi
Sepeda Motor	$L < 1000 \text{ kg}$	0
Mobil	$L > 1000 \text{ kg}$	1

Tabel 2. Deteksi Benda Pada Sensor Ultrasonik

Keadaan Sensor Ultrasonik (P)	Kondisi
Tidak Mendeteksi Benda	0
Mendeteksi Benda	1

Tabel 3. Tabel Kebenaran Deteksi Sepeda Motor

P_1	P_2	P_3	L	Q_1
0	0	1	0	1
0	1	0	0	1
0	1	1	0	1
1	0	0	0	1
1	0	1	0	0
1	1	0	0	1
1	1	1	0	0

Tabel 4. Tabel Kebenaran Deteksi Mobil

P_1	P_2	P_3	L	Q_2
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	1	1
1	0	0	1	0
1	0	1	1	1
1	1	0	1	1
1	1	1	1	1

Keterangan :

P_1 = Sensor Ultrasonik 1

P_2 = Sensor Ultrasonik 2

P_3 = Sensor Ultrasonik 3, L = *Load Cell* (Beban Pemandang)

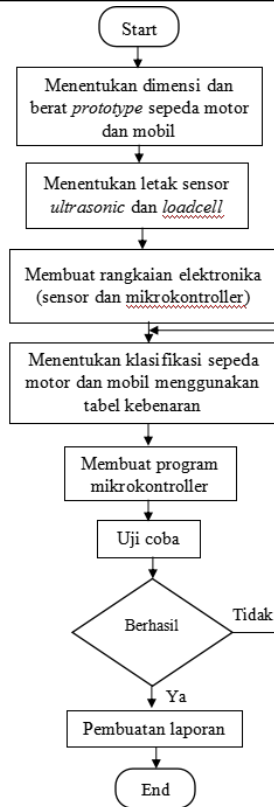
Q_1 = Sepeda Motor, Q_2 = Mobil

Pada prinsip kerja pendeteksi kendaraan ini pada Gambar 1 adalah mikrokontroler sebagai kontrol utama dalam sistem ini. Pengolahan data akan dilakukan pada mikrokontroler setelah menerima masukan dari sensor ultrasonik yang digunakan. Pada keadaan awal akan terdapat 3 buah sensor ultrasonik ketika salah satu sensor ultrasonik mendeteksi adanya kendaraan, maka sinyal ADC akan mengirimkan ke mikrokontroler untuk membandingkan dengan *loadcell*. Untuk kendaraan bermotor, jumlah sensor ultrasonik yang mendeteksi maksimal 2 sensor yang aktif dan dibandingkan dengan sensor *loadcell* dengan berat ± 400 kg setelah mendeteksi motor yang akan masuk, maka aktuator (motor servo 1) akan terbuka bersamaan hingga *display* LCD menampilkan jumlah motor yang masuk. Sedangkan untuk menghubungkan antara sensor *load cell* dan ultrasonik maka digunakan persamaan digital S.O.P (*Sum of Product*) dan *Karnaugh Map*.

Sedangkan untuk kendaraan jenis mobil jumlah sensor ultrasonik yang mendeteksi harus 3 sensor dan membandingkan dengan sensor *loadcell* dengan berat ± 4500 kg setelah dibandingkan, maka aktuator (motor servo 1) akan terbuka bersamaan dengan *display* LCD yang menampilkan jumlah mobil yang masuk. Berdasarkan blok diagram pada Gambar 1, bagian sensor ultrasonik 1 sampai 3 dan motor servo 1 menandakan sebagai pintu masuk. Sedangkan bagian sensor ultrasonik 4 sampai 6 dan motor servo 2 menandakan sebagai pintu keluar. Sensor *Loadcell* sebagai pembanding berat antara motor dan mobil. ADC (*Analog to Digital Converter*) sebagai pengubah sinyal tegangan kontinu menjadi sinyal tegangan diskrit. LCD (*Liquid Crystal Display*) sebagai tampilan jumlah kendaraan yang masuk dan keluar, baik motor maupun mobil.

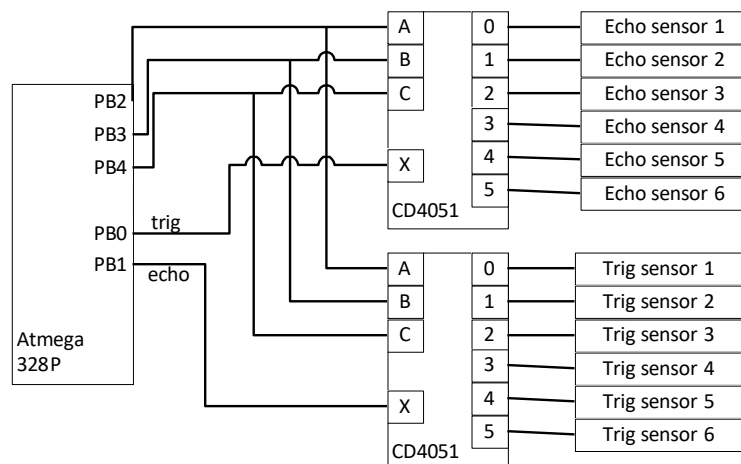
Gambar 2 menjelaskan bahwa mulai dari menentukan dimensi dan berat *prototype* pada sepeda motor dan mobil. Selanjutnya menentukan letak sensor ultrasonik dan *loadcell*. Selanjutnya membuat rangkaian elektronika (sensor dan mikrokontroler). Setelah rangkaian elektronika dibuat, maka dapat menentukan klasifikasi sepeda motor dan mobil menggunakan tabel kebenaran. Jika klasifikasi jenis-jenis kendaraan sudah sesuai tabel kebenaran, maka dapat dibuat program pada mikrokontroler. Jika sudah dibuat pemrograman, maka bisa dilakukan uji coba apakah sudah sesuai klasifikasi atau belum. Jika uji coba program tidak berhasil, maka dapat kembali untuk mengklasifikasi ulang. Sebaliknya jika uji coba program berhasil, maka dapat membuat laporan.

Pendeteksi kendaraan menggunakan HC - SR04, ini adalah modul sensor ultrasonik. Berfungsi untuk mendeteksi kendaraan menggunakan pantulan suara ultrasonik yang dikeluarkan oleh *transmitter* modul ini dan ditangkap oleh *receiver* nya. Terdapat 6 HC - SR04, 3 di gunakan untuk mendeteksi kendaran di pintu masuk dan 3 digunakan untuk mendeteksi kendaraan di pintu keluar. Permasalahan terjadi, artinya terdapat 12 kaki untuk komunikasi data antara prosesor dengan sensor-sensor.



Gambar 2. Flowchart Pelaksanaan Penelitian

Untuk mengatasi permasalahan ini maka digunakan multiplekser dan demultiplekser. Demultiplekser digunakan untuk kaki *trigger* HC-SR04, sedangkan Multiplekser digunakan untuk kaki *echo* HC-SR04. Multiplekser dan demultiplekser yang digunakan adalah CD4051, IC ini memiliki fitur multiplekser dan demultiplekser secara bersamaan. Maka kontrol kaki digunakan untuk memilih sensor mana yang akan di baca, dan pembacaan tiap sensor dilakukan secara bergantian. Hal ini dapat dilihat dalam Gambar 3 . Tabel kebenaran untuk mengakses setiap sensor ini terdapat dalam Tabel 5.

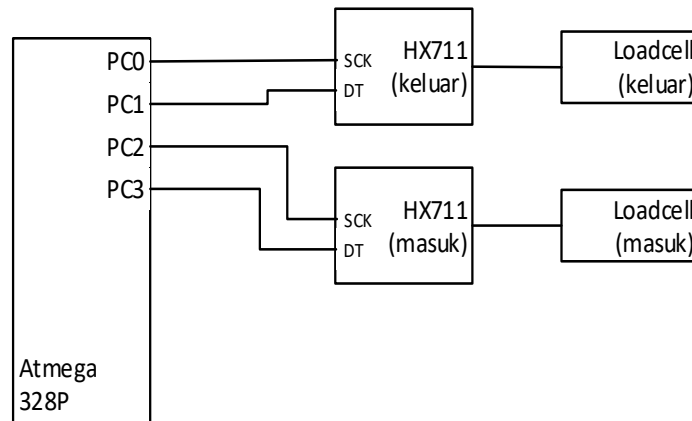


Gambar 3. Diagram Blok Untuk De/Multiplekser Sensor Ultrasonik

Untuk membaca massa digunakan modul HX711 dan *load Cell* 3 Kg. Sistem ini digunakan di pintu masuk dan pintu keluar. Untuk pemasangannya ditunjukkan oleh Gambar 4. Hal yang perlu dikalibrasi adalah faktor skalanya, hal ini dilakukan untuk mendapatkan nilai massa yang sesuai atau akurat. Maka metode yang digunakan untuk melakukan kalibrasi adalah metode regresi linier. Adapun persamaan yang digunakan adalah Persamaan 1 hingga Persamaan 6.

Tabel 5. Tabel Kebenaran Untuk CD4051

Input Control			Channel
C	B	A	
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	2
0	1	1	3
1	0	0	4
1	0	1	5



Gambar 4. Diagram Blok Untuk HX711 Dan Loadcell

$$R = \sqrt{\frac{\sum Dt^2 - \sum D^2}{\sum Dt^2}} \tag{1}$$

$$\sum_{t=1}^n D^2 = (y - a - (bx))^2 \tag{2}$$

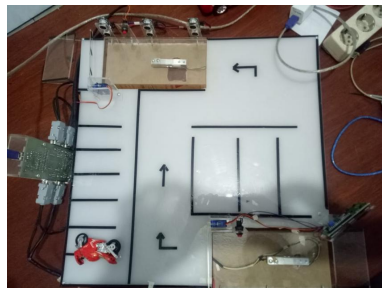
$$\sum_{t=1}^n Dt^2 = (y - \bar{y})^2 \tag{3}$$

$$a = \bar{y} - (b\bar{x}) \tag{4}$$

$$b = \frac{n \sum xtyt - \sum xt \sum yt}{n \sum xt^2 - (\sum xt)^2} \tag{5}$$

$$Sx = \sqrt{\frac{\sum D^2}{n-1}} \tag{6}$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

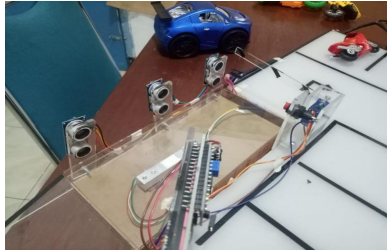


Gambar 5. Miniatur Parkir

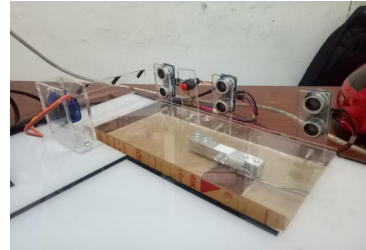
Hasil pembuatan miniatur dapat dilihat dalam Gambar 5, bahan yang digunakan adalah akrilik 3mm. Area parkir khusus motor memiliki kapasitas 7 motor, dan area parkir mobil memiliki kapasitas 3 mobil. Dimensi total yang

digunakan adalah 50cm x 50cm. Area parkir mobil memiliki dimensi 36cm x 15.5cm. Sedangkan dimensi area parkir motor memiliki dimensi 36cmx13cm.

Dimensi untuk area deteksi kendaraan keluar dan masuk memiliki dimensi 22cm x 10cm dengan tinggi 2.4cm. Jarak antara sensor ultrasonik dengan sensor ultrasonik lain adalah 9 cm. Dimensi are deteksi kendaraan dapat dilihat dalam Gambar 6(a) untuk pintu masuk dan Gambar 3.2(b) untuk pintu keluar. *Loadcell* diletakkan ditengah areah untuk mendapatkan titik keseimbangan saat mendeteksi massa kendaraan.



(a)



(b)

Gambar 6. (a) Area Deteksi Kendaraan Masuk, (b) Area Deteksi Kendaraan Keluar

Seluruh modul dijadikan satu papan dan rangkaian dicetak dalam PCB. Untuk menghubungkan antara sensor, servo, lcd dan *loadcell* dihubungkan menggunakan kabel dan konektor DB9. Tiap area parkir dikelompokkan untuk mempermudah melakukan pemasangan kabel dan mengurangi kesalahan dalam pemasangan. Pintu masuk dan LCD diletakkan diarea sebelah kanan, sedangkan pintu keluar dan *loadcell* diletakkan di area sebelah kiri. Hal ini dapat dilihat dalam Gambar 7.



Gambar 7. Perangkat Elektronika

Tabel 6. Daftar Sambungan Antar Pin Perangkat

Pin perangkat	Pin Arduino	Pin Konektor DB9
Servo masuk +5V	+5V	J2 pin 1
Servo masuk GND	GND	J2 pin 5
Servo masuk signal	5	J2 pin 9
Ultrasonik (P1) Vcc	+5V	J2 pin 1
Ultrasonik (P1) GND	GND	J2 pin 5
Ultrasonik (P1) Trig	8	J2 pin 2
Ultrasonik (P1) Echo	9	J2 pin 3
Ultrasonik (P2) Vcc	+5V	J2 pin 1
Ultrasonik (P2) GND	GND	J2 pin 5
Ultrasonik (P2) Trig	8	J2 pin 4
Ultrasonik (P2) Echo	9	J2 pin 6
Ultrasonik (P3) Vcc	+5V	J2 pin 1
Ultrasonik (P3) GND	GND	J2 pin 5
Ultrasonik (P3) Trig	8	J2 pin 7
Ultrasonik (P3) Echo	9	J2 pin 8

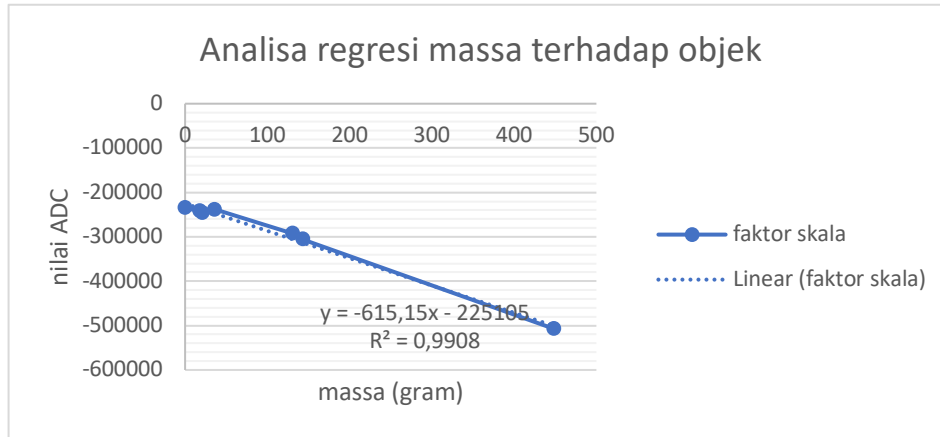
Servo keluar +5V	+5V	J3 pin 1
Servo keluar GND	GND	J3 pin 5
Servo keluar signal	6	J3 pin 9
Ultrasonik (P4) Vcc	+5V	J3 pin 1
Ultrasonik (P4) GND	GND	J3 pin 5
Ultrasonik (P4) Trig	8	J3 pin 2
Ultrasonik (P4) Echo	9	J3 pin 3
Ultrasonik (P5) Vcc	+5V	J3 pin 1
Ultrasonik (P5) GND	GND	J3 pin 5
Ultrasonik (P5) Trig	8	J3 pin 4
Ultrasonik (P5) Echo	9	J3 pin 6
Ultrasonik (P6) Vcc	+5V	J3 pin 1
Ultrasonik (P6) GND	GND	J3 pin 5
Ultrasonik (P6) Trig	8	J3 pin 7
Ultrasonik (P6) Echo	9	J3 pin 8
HX711 (L1) Vcc	+5V	-
HX711 (L1) GND	GND	-
HX711 (L1) DT	A3	-
HX711 (L1) SCK	A2	-
HX711 (L1) E+	-	J4 pin 6
HX711 (L1) E-	-	J4 pin 7
HX711 (L1) A-	-	J4 pin 8
HX711 (L1) A+	-	J4 pin 9
HX711 (L2) Vcc	+5V	-
HX711 (L2) GND	GND	-
HX711 (L2) DT	A1	-
HX711 (L2) SCK	A0	-
HX711 (L2) E+	-	J4 pin 1
HX711 (L2) E-	-	J4 pin 2
HX711 (L2) A-	-	J4 pin 3
HX711 (L2) A+	-	J4 pin 4
LCD (I2C) +5V	+5V	J5 pin 8
LCD (I2C) GND	GND	J5 pin 9
LCD (I2C) SDA	A4 (SDA)	J5 pin 7
LCD (I2C) SCL	A5 (SCL)	J5 pin 6
Tombol keluar	2	J5 pin 3
Tombol masuk	3	J5 pin 1

Tabel 7. Hasil Perhitungan Regresi Linier Loadcell Masuk

No	Massa (g)	ADC	xy	x ²	b	a	D ²	Dt ²	R
	x	y							
1	0	-234803	0	0.00			94058660.72	3640950080.08	
2	18	-242167	-4359006	324.00			35877363.72	2806486848.08	
3	21	-245260	-5150460	441.00			52379034.07	2488342193.65	
4	36	-238453	-8584308	1296.00			77384416.08	3213788494.37	
5	131	-292614	-38332434	17161.00	-615.15	-225104.62	170945983.19	6397286.22	
6	143	-305720	-43717960	20449.00			54027985.90	111866885.08	0.9954
7	448	-506986	-227129728	200704.00			39644068.33	44877335595.94	
\sum	797.00	-2066003	-327273896.00	240375.00			524317512.00	57145167383.43	
\sum	113.86	-295143.29	-46753413.71	34339.29			74902501.71	8163595340.49	

Tabel 7 merupakan hasil perhitungan regresi linier untuk *load cell* L1 atau *load cell* pada area pintu masuk, hasil perhitungan ini didapat menggunakan Persamaan 1 hingga Persamaan 6. Dalam tabel tersebut terdapat nilai b dan a, nilai b merupakan nilai slope. Nilai slope ini adalah kemiringan dari garis linier, nilai b ini bisa digunakan untuk

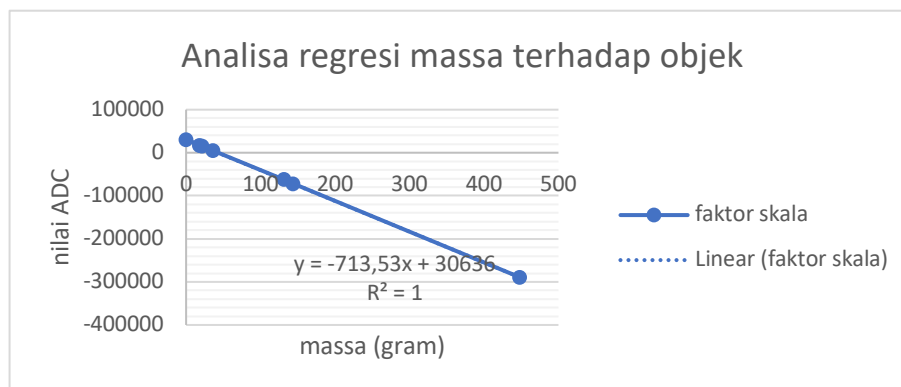
mendapatkan faktor skala. Sehingga bisa didapatkan nilai massa dalam satuan gram. Sedangkan nilai a adalah nilai slope, artinya adalah jarak antara titik 0 terhadap garis awal linier. Nilai slope ini bisa digunakan sebagai nilai offset. Nilai R digunakan untuk melihat apakah variabel x dan y memiliki hubungan atau tidak. Terlihat nilainya 0,99, artinya variabel x dan y memiliki hubungan yang kuat. Karena mendekati nilai 1. Bentuk grafik linier dapat dilihat dalam Gambar 8.



Gambar 8. Grafik Regresi Linier Load Cell Masuk

Tabel 8. Hasil Perhitungan Regresi Linier Load Cell Keluar

No	Massa (g) x	ADC y	xy	x ²	b	a	D ²	Dt ²	R
1	0	30378	0	0.00			66664.36	6558130599.51	
2	18	17676	318168	324.00			13608.51	4662197417.22	
3	21	15470	324870	441.00			33147.92	4365811232.65	
4	36	5079	182844	1296.00			16869.69	3100628307.94	
5	131	-62065	-8130515	17161.00	-713.53	30636.19	594791.88	131347971.94	1.00
6	143	-71577	-10235511	20449.00			31831.28	439854744.51	
7	448	-289191	-129557568	200704.00			27483.67	56923620233.65	
\sum	797.00	-354230	147097712.00	240375.00			784397.31	76181590507.43	
$\sum_{i=1}^n$	113.86	-50604.29	-21013958.86	34339.29			112056.76	10883084358.20	



Gambar 9. Grafik Regresi Linier Load Cell Keluar

Tabel 8 merupakan hasil perhitungan regresi linier untuk load cell L2 atau load cell pada area pintu keluar, hasil perhitungan ini dapat menggunakan Persamaan 1 hingga Persamaan 6. Dalam tabel tersebut terdapat nilai b dan a, nilai b merupakan nilai slope. Nilai slope ini adalah kemiringan dari garis linier, nilai b ini bisa digunakan untuk mendapatkan faktor skala. Sehingga bisa didapatkan nilai massa dalam satuan gram. Sedangkan nilai a adalah nilai

slope, artinya adalah jarak antara titik 0 terhadap garis awal linier. Nilai slope ini bisa digunakan sebagai nilai offset. Nilai R digunakan untuk melihat apakah variabel x dan y memiliki hubungan atau tidak. Terlihat nilainya 0.99, artinya variabel x dan y memiliki hubungan yang kuat. Karena mendekati nilai 1. Bentuk grafik linier dapat dilihat dalam Gambar 3.5. Maka persamaan yang digunakan untuk *loadcell* masuk adalah Persamaan 7 dan *loadcell* keluar Persamaan 3.8

$$\text{massa masuk (g)} = \frac{ADC - Offset}{faktor skala} = \frac{ADC + 225104.62}{-615.15} \tag{7}$$

$$\text{massa keluar (g)} = \frac{ADC - Offset}{faktor skala} = \frac{ADC + 30636.19}{-713.53} \tag{8}$$

Untuk membuktikan apakah persamaan - persamaan diatas sudah benar atau tidak, maka dilakukan pengujian ulang untuk mencari akurasi dan galat. Nilai galat didapatkan menggunakan Persamaan 9 Sehingga didapatkan hasil pengujian dalam Tabel 9 dan Tabel 10. Hasil di *loadcell* masuk memiliki galat rata - rata sebesar 11.30%, sedangkan *loadcell* keluar memiliki galat rata - rata sebesar 1.64%. Artinya tingkat akurasi *loadcell* masuk sebesar 88.7%, sedangkan *loadcell* keluar tingkat akurasinya sebesar 98.36%.

$$\text{Galat (\%)} = \frac{|\text{pengukuran} - \text{aktual}|}{\text{aktual}} \times 100\% \tag{9}$$

Tabel 9. Uji Coba Akurasi Load Cell Masuk

No	Timbangan (gram)	Load cell (gram)	Galat(%)
1	0	0	0.00
2	18	17	5.88
3	21	23	8.70
4	36	31	16.13
5	131	109	20.18
6	143	116	23.28
7	448	427	4.92
Rata - rata			11.30

Tabel 10. Uji Coba Akurasi Load Cell Keluar

No	Timbangan (gram)	Load Cell (gram)	Galat(%)
1	0	0	0.00
2	18	19	5.26
3	21	22	4.55
4	36	36	0.00
5	131	130	0.77
6	143	144	0.69
7	448	449	0.22
Rata - rata			1.64

3.1 Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik

Untuk mendapatkan jarak benda di depan sensor, maka sensor harus diberi trigger dengan HIGH selama 10 us. Maka sensor secara otomatis memberikan umpan balik (*feedback*) berupa sinyal pulsa dengan panjang waktu tertentu. Maka untuk mengubahnya dalam senti meter, maka digunakan Persamaan 10. Setelah jarak didapatkan maka dibuat menjadi logika benar dan salah untuk menunjukkan ada benda dalam jarak 12 cm ke bawah. Hasil pengujian

Persamaan 10 dapat dilihat dalam Tabel 11, dan hasil pengujian untuk mendapatkan logika 1 dan 0 dapat dilihat dalam Tabel 12. Nilai galat pada Tabel 11 menggunakan Persamaan 9.

$$\text{jarak} = \frac{\text{durasi} \times 0.034}{2} \tag{10}$$

Tabel 12. Pengujian Keluaran Logika 1 dan 0 Ultrasonik

Sensor						Jarak benda (cm)
P1	P2	P3	P4	P5	P6	
0	0	0	0	0	0	11
1	1	1	1	1	1	3

Tabel 11. Pengujian Jarak Sensor Ultrasonik

Pengukuran sensor (cm)	Aktual penggaris (cm)	Galat (%)
0	0	0.00
5	5	0.00
10	10	0.00
15	15	0.00
19	20	5.00
24	25	4.00
29	30	3.33
Rata - rata galat		1.76

Data Tabel 11 menunjukkan bahwa rata - rata galat dari salah satu sensor HC-SR04 adalah sebesar 1.76% dengan nilai galat tertinggi sebesar 5.00%. Data Tabel 12 menunjukkan keberhasilan sensor mendeteksi benda dengan keluaran nilai 1 dan 0. Pengujian jarak benda tersebut dapat dilihat dalam Gambar 10 hingga 13. Maka pengujian sensor ultrasonik sudah berhasil.



Gambar 10. Pengujian Sensor P1 - P3 Jarak 13 cm



Gambar 11. Pengujian Sensor P1 - P3 Jarak 3 cm



Gambar 12. Pengujian Sensor P4 - P6 Jarak 13 cm



Gambar 13. Pengujian Sensor P4 - P6 Jarak 3 cm

3.2 Hasil Pengujian LCD

Pengujian LCD bertujuan untuk mengetahui apakah LCD yang akan digunakan dapat bekerja dengan baik menampilkan karakter yang diinginkan atau tidak. LCD dilakukan dengan cara menghubungkan masing-masing pin pada LCD tersebut ke modul I2C dan kaki data I2C dari modul terhubung dengan Arduino UNO, setelah kaki-kaki LCD terhubung, pengendali utama diprogram untuk menampilkan karakter. apabila karakter yang ditampilkan pada LCD sesuai dengan karakter yang di program pada Arduino UNO, maka LCD bekerja dengan baik. Kalimat yang dibuat adalah "Sisa Parkir\n mtr=27 mbl= 2". Ternyata hasilnya sesuai, hal ini dapat dilihat dalam Gambar 14.



Gambar 14. Tampilan Uji Coba LCD Dengan Model I2C

3.3 Hasil Pengujian Tombol Dan Motor Servo

Penempatan servo berbeda antara pintu masuk dan pintu keluar, sehingga kedua servo memiliki nilai sudut yang berbeda antara masuk dan keluar. Tiap motor servo diuji pada 0°, hasilnya adalah motor servo masuk memiliki fenomena tertutup sedangkan motor servo keluar memiliki fenomena terlalu terbuka. Tiap motor servo kembali diuji menggunakan sudut 180°, didapatkan hasil fenomena pada motor servo masuk terlalu terbuka dan motor servo masuk tertutup penuh. Melihat fenomena diatas dan terdata dalam Tabel 13, maka untuk membuat pintu terbuka keduanya diberikan sudut 90° saja.

Tabel 13. Pengujian Motor Servo Dengan Sudut

Sudut	Keadaan	
	Servo masuk	Servo keluar
0°		
90°		
180°		

3.4 Persamaan S.O.P (Sum of Product)

Terdapat 2 persamaan yang dihasilkan, yaitu Q1 dan Q2. Keluaran Q1 digunakan untuk mendeteksi motor dan Q2 untuk mendeteksi mobil. Menggunakan tabel kebenaran pada Tabel 5 maka dicari persamaan menggunakan *Karnaugh Map* pada Tabel 14. Terdapat 3 kotak biru untuk mengeliminasi variabel-variabel masukan, sehingga didapatkan persamaan S.O.P (*Sum of Product*) Q1 pada Persamaan 10.

$$\begin{aligned}
 Q1 &= P_2 \cdot \overline{P_3} \cdot \overline{L_1} + \overline{P_1} \cdot P_3 \cdot \overline{L_1} + P_1 \cdot \overline{P_2} \cdot \overline{P_3} \cdot \overline{L_1} \\
 &= \overline{L_1} (P_2 \cdot \overline{P_3} + \overline{P_1} \cdot P_3 + P_1 \cdot \overline{P_2} \cdot \overline{P_3})
 \end{aligned}
 \tag{10}$$

Tabel kebenaran Tabel 5 dimasukkan ke dalam *karnaugh map* yang terdapat pada Tabel 15. Dalam *karnaugh map* terdapat hanya 2 kotak biru yang saling bersinggungan untuk mengeliminasi variabel-variabel masukan, sehingga didapatkan persamaan S.O.P (*Sum of Product*) Q2 pada Persamaan 11.

$$\begin{aligned}
 Q2 &= P_2 \cdot P_3 \cdot L_1 + P_1 \cdot P_2 \cdot L_1 \\
 &= L_1 (P_2 \cdot P_3 + P_1 \cdot P_2)
 \end{aligned}
 \tag{11}$$

Tabel 14. Karnaugh Map Untuk Membuat Persamaan Q1 Pintu Masuk

		$P_1.P_2$			
		$\bar{P}_1 \bar{P}_2$	$\bar{P}_1 P_2$	$P_1 P_2$	$P_1 \bar{P}_2$
$P_3.L_1$	$\bar{P}_3 \bar{L}_1$	0	1	1	1
	$\bar{P}_3 L_1$	0	0	0	0
	$P_3 L_1$	0	0	0	0
	$P_3 \bar{L}_1$	1	1	0	0

Tabel 15. Karnaugh Map Untuk Membuat Persamaan Q2 Pintu Masuk

		$P_1.P_2$			
		$\bar{P}_1 \bar{P}_2$	$\bar{P}_1 P_2$	$P_1 P_2$	$P_1 \bar{P}_2$
$P_3.L_2$	$\bar{P}_3 \bar{L}_1$	0	0	0	0
	$\bar{P}_3 L_1$	0	0	1	0
	$P_3 L_1$	0	1	1	0
	$P_3 \bar{L}_1$	0	0	0	0

Pada dasarnya persamaan SOP (*Sum of Product*) antara pintu masuk dan pintu keluar memiliki persamaan pola, namun yang berbeda adalah variabelnya. Maka tabel kebenaran di Tabel 16 di masukkan ke dalam *karnaugh map* yang terdapat pada Tabel 17 dan menghasilkan persamaan SOP Q₃ di Persamaan 12 untuk motor keluar. Sedangkan Tabel 18 dimasukkan ke dalam *karnaugh map* yang terdapat dalam Tabel 19 dan menghasilkan persamaan SOP Q₄ di Persamaan 13 untuk mobil keluar.

Tabel 16. Tabel Kebenaran Deteksi Sepeda Motor

P_6	P_5	P_4	L_2	Q_3
0	0	1	0	1
0	1	0	0	1
0	1	1	0	1
1	0	0	0	1
1	0	1	0	0
1	1	0	0	1
1	1	1	0	0

Keterangan :

P_4 = Sensor Ultrasonik 4

P_5 = Sensor Ultrasonik 5

P_6 = Sensor Ultrasonik 6

L_2 = Load Cell (Beban Pemandang)

Q_3 = Sepeda Motor

Tabel 17. Karnaugh Map Untuk Membuat Persamaan Q3 Pintu Keluar

		$P_4.P_5$			
		$\bar{P}_4 \bar{P}_5$	$\bar{P}_4 P_5$	$P_4 P_5$	$P_4 \bar{P}_5$
$P_6.L_2$	$\bar{P}_4 \bar{L}_2$	0	1	1	1
	$\bar{P}_4 L_2$	0	0	0	0
	$P_4 L_2$	0	0	0	0
	$P_4 \bar{L}_2$	1	1	0	0

$$Q_3 = \bar{L}_2 (P_5 \cdot \bar{P}_6 + \bar{P}_5 \cdot P_6 + P_4 \cdot \bar{P}_5 \cdot \bar{P}_6) \tag{12}$$

Tabel 18. Tabel Kebenaran Deteksi Mobil

P_6	P_5	P_4	L_2	Q_4
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	1	1
1	0	0	1	0
1	0	1	1	0
1	1	0	1	1
1	1	1	1	1

Keterangan :

P_4 = Sensor Ultrasonik 4

P_5 = Sensor Ultrasonik 5

P_6 = Sensor Ultrasonik 6

L_2 = Load Cell (Beban Pemanding)

Q_4 = Mobil

Tabel 19. Karnaugh Map Untuk Membuat Persamaan Q_4 Pintu keluar

		$P_4.P_5$			
		$\bar{P}_4 \bar{P}_5$	$\bar{P}_4 P_5$	$P_4 P_5$	$P_4 \bar{P}_5$
$P_6.L_2$	$\bar{P}_6 \bar{L}_2$	0	0	0	0
	$\bar{P}_6 L_2$	0	0	1	0
	$P_6 L_2$	0	1	1	0
	$P_6 \bar{L}_2$	0	0	0	0

$$Q_4 = L_2(P_5.P_6 + P_4.P_5)$$

(13)

3.5 Hasil Pengujian Sistem Keseluruhan

Seluruh persamaan diatas kembali diuji untuk memastikan semua sistem bekerja dengan benar. Kenyataannya, hasil yang didapatkan sistem dapat bekerja semua dengan rincian uji coba ditunjukkan dalam Tabel 20 dan Tabel 21.

Tabel 20. Pengujian Sistem Pintu Masuk

Massa Kendaraan (gram)	Sensor Ultrasonik			Sensor Load cell	Jenis kendaraan aktual	LCD
	P_1	P_2	P_3	L_1		
	18	1	0	0		
20	1	0	0	0	Motor	Motor
26	1	1	0	0	Motor	Motor
132	1	1	0	1	Mobil	Mobil
144	1	1	0	1	Mobil	Mobil
450	1	1	1	1	Mobil	Mobil

Tabel 21. Pengujian Sistem Pintu Keluar

Massa Kendaraan (gram)	Sensor Ultrasonik			Sensor Load cell	Jenis kendaraan aktual	LCD
	P_4	P_5	P_6	L_2		
	18	1	0	0		
20	1	0	0	0	Motor	Motor
26	1	1	0	0	Motor	Motor
132	1	1	0	1	Mobil	Mobil
144	1	1	0	1	Mobil	Mobil
450	1	1	1	1	Mobil	Mobil

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian diatas, Load cell pintu masuk memiliki tingkat akurasi sebesar 88.7% dan load cell pintu keluar dengan akurasi 98.36%. loadcell mampu membedakan klasifikasi berat motor dan mobil. Desain tata letak setiap

sensor berada pada area yang dibawahnya terdapat sensor *loadcell* dengan dimensi $p \times l \times t$. Sensor ultrasonik dengan akurasi 98.64% mampu mendeteksi benda di depannya dan sinkron dengan *load cell* menggunakan persamaan logika S.O.P (*Sum of Product*).

Notasi

a : jarak antara titik 0 terhadap garis awal linier

b : nilai faktor skala

Daftar Pustaka

- [1] Afandi ,Agus, “Sistem Kontrol Parker Otomatis Menggunakan Mikrokontroller”, Surabaya: Universitas Kristen Petra, 2011.
- [2] Budiharto, Widodo, “Panduan Praktikum Mikrokontroller AVR ATmega 16”, Jakarta: Penerbit PT.Elex Media Komputindo, 2008
- [3] A. Achdian, “Rancang Bangun Alat Monitoring Parkir Nirkabel Berbasis Mikrokontroler ATmega8535”, Universitas Gunadarma.1-6, 2012.
- [4] Freeon Alkapon Imbiri, Nandang Taryana, Decy Nataliana, “Implementas isistem Perparkiran Otomatis Dengan Menentukan Posisi Parkir Berbasis Rfid”, Jurnal ELKOMIKA, Vol.4, No. 1, pp 31-46,2016
- [5] Bahrin, “Sistem kontrol Penerangan Menggunakan Arduino UNO pada Universitas Ichsan Gorontalo”, ILKOM Jurnal Ilmiah, Vol. 9, No. 3 , 2017
- [6] Prio Handoko, “Sistem Kendali Perangkat Elektronika Monolitikberbasis Arduino UNO R3”, SEMNASTEK, 2017
- [7] Fitri Puspasari, Imam Fahrurrozi, Trias Prima Satya, Galih Setyawan, Muhammad Rifqi Al Fauzan, Dan Estu Muhammad Dwi Admoko, “Sensor Ultrasonik HCSR04 Berbasis Arduino Due untuk Sistem Monitoring Ketinggian”, JURNAL FISIKA DAN APLIKASINYA, Vol. 2, 2019
- [8] Pambudi, Sucinata Agung, “Rancang Bangun Kendali Sistem Parkir Otomatis Menggunakan Sensor LDR Berbasis Mikrokontroler AT89S51”. Universitas Diponegoro, 2019
- [9] Priskila M.N.Manege, Elia Kendek Allo, Bahrin, “Rancang Bangun Timbangan Digital Dengan Kapasitas 20Kg Berbasis Microcontroller ATmega8535”, E-Journal Teknik Elektro dan Komputer, Vol.6, No.1, 2017.
- [10] Sarmidi, Sidik Ibnu Rahmat, ”Sistem Peringatan Dini Banjir Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino Uno”, JUMANTAKA, Vol. 03, No. 01, 2019.
- [11] Sujarwata, “Pengendali Motor Servo Berbasis Mikrokontroler Basic Stamp 2Sx Untuk Mengembangkan Sistem Robotika”, ANGKASA, Vol. V, No. 1, 2013.