

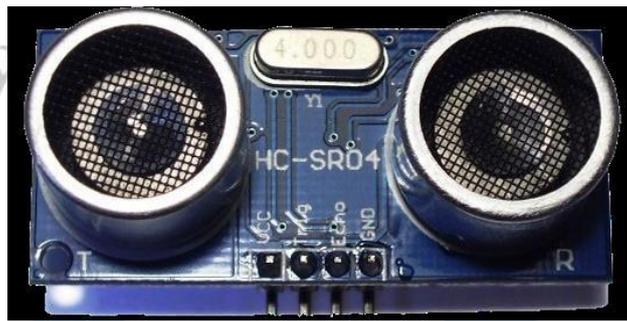
BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Terdapat beberapa tinjauan pustaka yang digunakan sebagai dasar ilmu dalam melakukan penelitian yang diantaranya ialah mengenai sensor, mikrokontroler, dan metodologi yang digunakan. Tinjauan pustaka ini juga membahas kelebihan dan alasan mengapa menggunakan alat serta metodologi yang akan disebutkan nanti. Kemudian makna dari penamaan Sensor Ultrasonik dan mikrokontroler.

2.1. Ultrasonik *HC-SR04*

Sensor Ultrasonik *HC-SR04* menjadi salah satu sensor yang biasa digunakan untuk memantau atau mengukur jarak benda (Purwanto dkk, 2019). Kemudian sensor ini juga memiliki CPR (*Cost Performance Ratio*) yang bagus (Adarsh dkk, 2016). Sesuai kepanjangannya, CPR adalah kemampuan dari suatu produk untuk melakukan kerja. Melansir pada situs jual beli online <https://www.tokopedia.com/> yang diakses pada tanggal 11 Maret 2021, harga sensor ini tergolong murah berkisar antara Rp8.800 – Rp15.000 tergantung lokasi penyedia barang. Ketiga hal tersebut menjadi alasan penggunaan dari sensor ini dan menjadi kelebihan yang dimiliki oleh sensor tersebut.. Sensor Ultrasonik *HC-SR04* memiliki rangkaian pemancar gelombang ultrasonik yang dinamakan *transmitter* dan penerimanya disebut *receiver* (Purwanto dkk, 2019). Berikut adalah Gambar 2.1 yang menunjukkan tampilan dari Sensor Ultrasonik *HC-SR04*. Gambar di bawah ini menunjukkan nama pin, kemudian posisi *transmitter* dan *receiver* yang disimbolkan dengan huruf kapital T dan R. Terdapat juga nama dari jenis Sensor Ultrasonik yang diposisikan di tengah dan mengikuti dibawahnya adalah nama serta posisi dari pin sensor tersebut.



Gambar 2.1 Sensor Ultrasonik HC-SR04 (Arsada, 2017)

Disebut sensor ultrasonik karena sensor ini memancarkan gelombang ultrasonik. Prinsip kerja dari Sensor Ultrasonik adalah menggunakan pantulan gelombang suara untuk ditafsirkan sebagai jarak suatu benda dengan frekuensi tertentu. Gelombang ultrasonik memiliki frekuensi 20.000 *hertz* sehingga tidak dapat didengar oleh manusia, hanya binatang anjing, kucing, kelelawar, dan lumba-lumba yang dapat mendengar gelombang tersebut. Gelombang bunyi ultrasonik dapat merambat melalui zat padat, cair, dan gas. Reflektivitasnya atau pantulan yang terjadi jika mengenai permukaan benda didepannya pada zat padat sama dengan reflektivitas pada zat cair. Selain itu, gelombang bunyi ultrasonik juga dapat diserap oleh benda berbahan tekstil dan busa (Santoso, 2016).

Beberapa spesifikasi dari sensor ini tersaji pada Tabel 2.1 di bawah ini yang menerangkan tentang spesifikasi sensor seperti tingkat presisi dari sensor, sudut deteksi, jarak deteksi, arus listrik dan tegangan yang dibutuhkan sebesar +5 *volt* (Purwanto dkk, 2019).

Tabel 2.1 Spesifikasi Sensor Ultrasonik HC-SR04

No	Spesifikasi	Nilai
1.	<i>Presition</i>	0,3 cm
2.	<i>Angle</i>	<15 deg
3.	<i>Current</i>	< 2 mA
4.	<i>Detection Range</i>	2-400 cm
5.	<i>Pin</i>	4 (<i>vcc, trig, echo, GND</i>)

*) Purwanto dkk, 2019.

Sensor ini memiliki 4 pin dengan fungsinya yang berbeda-beda, untuk keterangan lebih lanjut di tampilkan pada Tabel 2.2 di bawah ini (Purwanto dkk, 2019):

Tabel 2.2 Pin pada Sensor Ultrasonik *HC-SR04*

No	Pin	Keterangan
1.	<i>Vcc</i>	Dihubungkan ke tegangan +5V
2.	<i>Trig</i>	Mengirimkan gelombang suara
3.	<i>Echo</i>	Menerima pantulan gelombang suara
4.	<i>Gnd</i>	Dihubungkan ke <i>ground</i>

*) Purwanto dkk, 2019.

Jarak antara sensor dan objek yang memantulkan gelombang suara dihitung dengan rumus di bawah ini (Purwanto dkk, 2019):

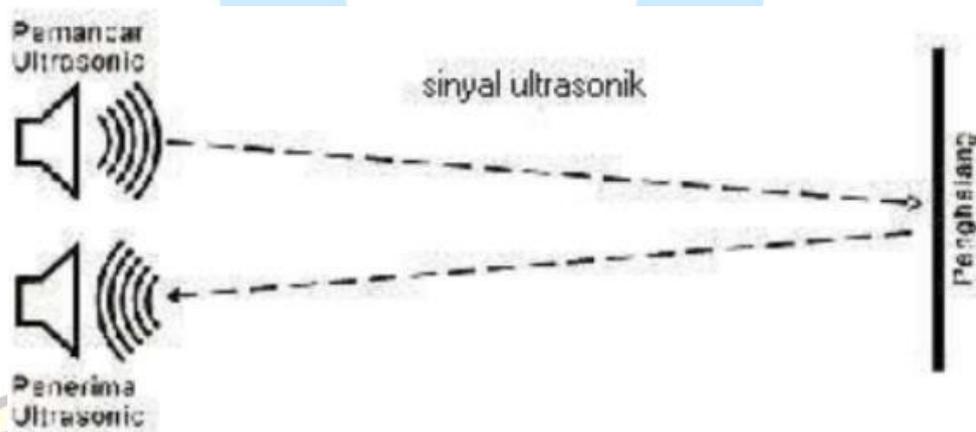
$$S = \frac{v \times t}{2} \quad (2.1)$$

Perlu diketahui bahwa nilai kecepatan suara adalah 343 m/dtk (Purwanto dkk, 2019). Nilai tersebut saat digunakan pada *TinkerCAD.com* menjadi 0,034 cm/ μ dtk (mikrodetik) karena mikrokontroler bekerja pada satuan mikrodetik (1 detik = 1.000.000 μ dtk) sehingga persamaan 2.1 menjadi (Santoso, 2016):

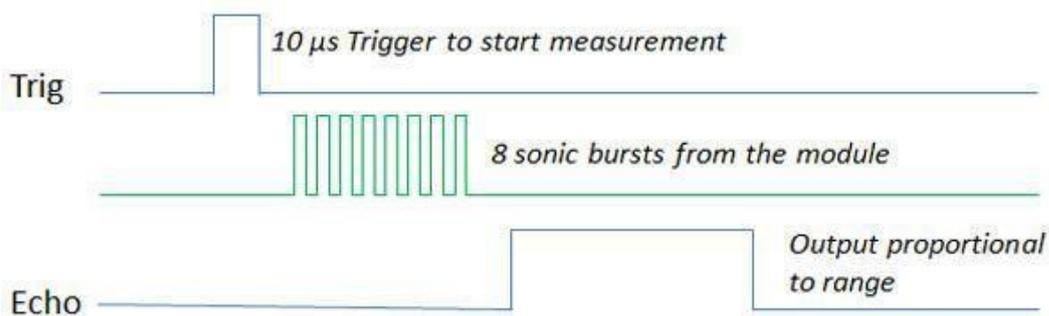
$$S = \frac{0,034 \times t}{2} \quad (2.2)$$

Prinsip kerja dari sensor ini adalah mengirimkan pantulan gelombang suara yang berfungsi untuk mengukur jarak dan kecepatan. Proses saat sinyal dikirimkan dilakukan oleh *Trig Pin* dan penerimaan dilakukan oleh *Echo Pin*, dimana *Trig Pin* harus berada pada kondisi *HIGH* sekurang-kurangnya 10 mikrodetik. Modul pada ultrasonik akan memancarkan gelombang dengan frekuensi 40 kHz. Gelombang yang dipancarkan akan diawasi secara otomatis oleh modul ultrasonik, atau dengan kata lain waktu yang diperlukan ketika penerimaan hingga diterima balik adalah *t*. Saat itulah *Pin Echo* berada pada kondisi *HIGH*. Waktu *t* dapat dihitung dengan memasukkan perintah *duration = pulseIn (PIN_ECHO, HIGH)*; yang selanjutnya dimasukkan ke arduino (Purwanto dkk., 2019)

Gambar 2.2 dan Gambar 2.3 di bawah ini menunjukkan ilustrasi sensor bekerja. Ketika diberikan tegangan positif kepada Pin *Trigger* selama 10 mikrodetik, sensor akan mengirimkan 8 step sinyal atau *pulse* ultrasonik sebesar 40 kHz. Kemudian sinyal ini diterima oleh Pin *Echo*. Lalu, agar jarak dapat diukur maka dibutuhkan pantulan sinyal. Selisih waktu saat mengirim dan menerima sinyal digunakan agar jarak yang diinginkan dapat diketahui (Santoso, 2016).



Gambar 2.2 Ilustrasi Sensor Ultrasonik Bekerja (Umari dkk, 2017)



Gambar 2.3 Ultrasonik *HC-SR04* Module Timing Diagram (Santoso, 2016)

2.2. Ultrasonik *HY-SRF05*

Sensor Ultrasonik *HY-SRF05* adalah sensor yang telah di-*upgrade* dari pendahulunya, yaitu Sensor Ultrasonik *HC-SR04* (Saputra dkk, 2016). Sebagai bentuk *upgrade* dari sensor sebelumnya, apakah tingkat akurasi dan

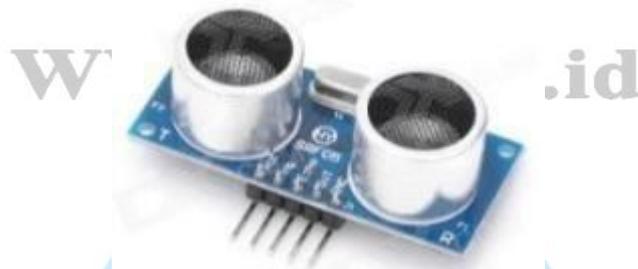
presisi yang dihasilkan lebih bagus atau tidak. Hal tersebutlah yang menjadi alasan dalam penggunaan sensor ini untuk dilakukan uji perbandingan kinerja. Dibandingkan dengan Sensor Ultrasonik *HC-SR04*, Sensor Ultrasonik *HY-SRF05* berharga lebih mahal yaitu Rp23.500 bahkan jika dibeli sebanyak 10 biji atau *pcs* berharga Rp568.000 yang artinya satu biji sensor tersebut seharga Rp56.800 (<https://www.tokopedia.com/>). Tabel 2.3 menunjukkan spesifikasi Sensor Ultrasonik *HY-SRF05*. Jarak terjauh yang bisa dibaca oleh sensor ini adalah 400 cm dengan *output* pembacaan berupa *digital pulse*. Frekuensi dari gelombang ultrasonik adalah 40 kHz dengan sumber tegangan 5 V. Saat pembuatan *wiring* atau rangkaian elektrik, pin yang digunakan bisa menyesuaikan dengan kebutuhan.

Tabel 2.3 Spesifikasi Sensor Ultrasonik *HY-SRF05*

Parameter	Spesifikasi
<i>Range</i>	3 cm – 400 cm
<i>Interface</i>	1 pin I/O or 1 pin input & 1 pin output (adjustable)
<i>Output</i>	Digital Pulse
<i>Ultrasonic Burst Frequency</i>	40 kHz
<i>Power Supply</i>	5 V DC

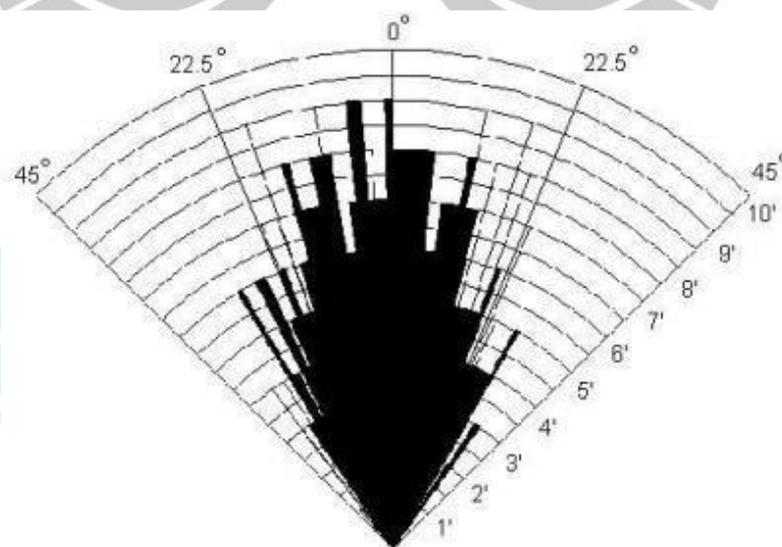
*) Qomarrullah dkk, 2016.

Sensor Ultrasonik *HY-SRF05* memiliki 5 pin dan dapat menggunakan satu pin saja untuk menggunakan fungsi dari *trigger* dan *echo* sehingga dapat menghemat pin yang digunakan. Fungsi pin *out* adalah sebagai bentuk luaran atau *output digital* yang berbanding lurus dengan jangkauannya. Artinya, jika diberi tegangan 5V maka *output*-nya tegangan akan tetap 5V saat *obstacle* atau benda berada di jangkauan dan akan 0V jika diluar jangkauan. Di bawah ini adalah Gambar 2.4 yang menunjukkan Sensor Ultrasonik *HY-SRF05*. Nampak mirip dengan sensor pendahulunya yaitu Sensor Ultrasonik *HC-SR04* mulai dari letak *transmitter* (T), *receiver* (R), dan pin.



Gambar 2.4 Sensor Ultrasonik *HY-SRF05* (Saputra dkk, 2016)

Sensor Ultrasonik dapat mendeteksi berbagai bahan dan itu terlepas dari bentuk, warna, dan ketransparansian. Pendeteksian yang dilakukan oleh ultrasonik terjadi pada bahan atau *materials* yang padat atau cair. Hal ini memungkinkan tidak terjadinya kontak secara langsung pada pendeteksian logam, plastik, kaca, kayu, batu, pasir, minyak, air, dan disamping itu ialah material yang tidak menyerap suara. Bahan - bahan tersebut dapat memantulkan suara kembali ke arah sensor. Terdapat beberapa objek yang sulit untuk memantulkan suara tersebut, seperti permukaan bahan yang miring yang mengarahkan gema atau *echo* menjauh dari sensor atau bahan yang berpori seperti sepon atau *sponge* dan *soft clothing* (Toa and Whitehead, 2020). Sensor Ultrasonik memiliki data perbandingan antara sudut pantulan yang disajikan oleh Gambar 2.5 berikut ini. Sensor ultrasonik yang berkerja pada sudut kurang dari 15 derajat memiliki kemampuan deteksi yang lebih baik.



Gambar 2.5 Perbandingan Sudut Pantul Sensor Ultrasonik (Arsada, 2017)

2.3. Mikrokontroler ATmega328P

Mengutip terjemahan bebas yang dikemukakan oleh (Santoso, 2016), mikrokontroler merupakan komputer dengan ukuran yang kecil dalam satu *chip IC (Integrated Circuit)* yang terdiri atas prosesor atau *CPU (Central Processing Unit)*, *memory* atau penyimpanan, dan antarmuka atau *interface* yang bisa langsung digunakan untuk dilakukan pemrograman. Pin I/O atau Pin *Input/Output* pada mikrokontroler juga disebut dengan *GPIO (General Purpose Input Output Pins)* yang bermakna bahwa pin tersebut dapat digunakan dengan menyesuaikan kebutuhan pengguna (Santoso, 2016).

Mikrokontroler diperlukan sebagai pengontrol perangkat untuk membuat sistem elektronik menjadi efektif atau ringkas, kemudian rangkaian sistem elektronik tersebut menjadi lebih cepat karena sebagian besar rangkaiannya adalah perangkat lunak yang mudah dimodifikasi, serta mencari sumber gangguan atau *trouble* menjadi lebih mudah karena rangkaian yang terintegrasi (Andriani, 2019). Mikrokontroler yang digunakan adalah *ATmega328P* dan kontrolernya adalah *board Arduino UNO*. Kelebihan yang dimiliki adalah sistem yang *built in*, artinya rangkaian sistem dan bahasa pemrograman sudah tersedia dalam *board* tersebut (Santoso, 2016).

Bahasa pemrograman yang digunakan adalah pemrograman C agar sistem dapat berjalan sesuai dengan bahasa pemrograman yang telah dimasukkan ke dalam *Arduino* (Rahmanto dkk, 2020). Adapun spesifikasi dari *ATmega328P* disajikan oleh Tabel 2.4 dan untuk gambarnya disajikan pada Gambar 2.4. Gambar tersebut menunjukkan mikrokontroler *ATmega328P*, 6 pin *analog input*, 14 pin I/O, *power supply*, *USB plug*, dan tombol *reset* (Suwandi, 2019). Penggunaan mikrokontroler dan kontroler jenis lain untuk melaksanakan penelitian ini memungkinkan untuk digunakan, tetapi sesuai dengan kebutuhan penggunaannya.

Menggunakan arduino ini sudah sangat baik sebab dengan kapasitas memori 32 *kilobyte* sudah mampu untuk mencatat data bersamaan dengan pembacaan yang dilakukan. Kapasitas CPU yang berukuran 8 bit menjadikan mikrokontroler ini *powerfull* untuk digunakan sesuai kebutuhan

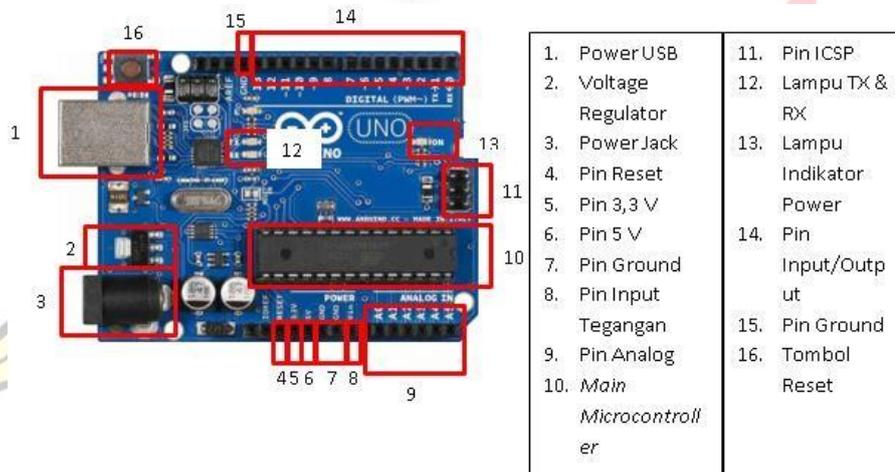
pengguna (Corporation, 2015).

www.itk.ac.id
Tabel 2.4 Spesifikasi Arduino UNO Rev-3

No	Parameter	Spesifikasi
1.	Kapasitas memori	32 <i>kilobyte</i>
2.	CPU	8 bit
3.	<i>Operating Voltage</i>	2,7 – 5,5V

*) Corporation, 2015.

Menurut (Dahlan, 2017) menjelaskan tentang pin pada *board* Arduino UNO. Berdasarkan Gambar 2.5 Pin I/O yang ditunjukkan oleh nomor 14 adalah pin yang bekerja pada tegangan digital 0 V – 5 V. Pin Digital ini juga terdapat Pin *Output* Analog dengan tegangan analog 0 V – 5 V yaitu pada pin 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Sedangkan pada pin 0 dan 1 adalah pin komunikasi serial. Pin Analog yang ditunjukkan oleh nomor 9 adalah pin yang *input* tegangan analog antara 0 V – 5 V dimana tegangan ini menjadi representasi dari bilangan 0 – 1023 pada program. Pin *power* yang ditunjukkan oleh nomor 4, 5, 6, 7, dan 8 adalah pin yang memiliki hubungan dengan *power* yang akan digunakan. Nomor 10 adalah mikrokontroler yang digunakan sebagai pusat dan kendali atas pemrosesan data. *Power Jack* yang ditunjukkan oleh nomor 3 adalah catu daya eksternal antara 9 V – 12 V dengan arus DC. *Power USB* yang ditunjukkan oleh nomor 1 adalah *port USB* tipe B untuk menghubungkan *data serial* dengan PC. Pin *ICSP* adalah digunakan jika membuat pemrograman tanpa *bootloader*. Terakhir tombol *reset* untuk memulai pemrograman dari awal.



Gambar 2.6 Arduino *UNO Rev-3* (17 Jenis-Jenis Arduino dan Spesifikasi Singkatnya - Aldyrazor.com, 2020)

2.4 TinkerCAD.com

Tinkercad lahir dari gagasan seorang mantan insinyur Google, Kai Backman yang membuat sebuah desain 3 dimensi yang bisa digunakan semua orang. Tidak seperti program desain berbasis *website* lainnya seperti *Sketchup*, desain dari *Tinkercad* tidak bisa diunduh. Secara umum, penggunaan *Tinkercad* cukup sederhana, dimulai dari membuka *WebGL-supported browser* pada masing-masing perangkat, kemudian *sign up*, dan bisa memulai untuk mendesain.

Ide ini lahir saat tahun 2009, dimana Kai Backman sedang meneliti teknologi printer 3 dimensi terbaru dan pada akhirnya ia membeli printer pertamanya diakhir tahun. Printer tersebut menimbulkan kebisingan ketika sedang menyatukan spesimen dan anak-anaknya melihat kedepan dengan penuh semangat mengira itu adalah mainan, sedangkan si istri berharap itu sebuah permata atau peralatan rumah. Pada saat itu, mendesain dengan *software* yang ada untuk melakukan pencetakan sangatlah susah. Sehingga pada pertengahan tahun 2010, permasalahan ini semakin parah bagi banyak orang, Kai memutuskan berhenti dari pekerjaannya di Google, diikuti oleh Mikko salah satu pendiri yang membersamainya ikut berhenti bekerja. Mendesain dengan menggunakan *Tinkercad* memiliki dua tahap:

1. Menambahkan bentuk ke desain sebagai benda padat atau lubang.
2. Menggabungkan sejumlah bentuk jadi, membentuk satu bentuk baru.

Selain itu, *tools* pada *TinkerCAD* dapat digunakan untuk mendesain pemotongan laser (*laser cutting*), model arsitektur (*architectural models*), ilustrasi, konsep seni, gambar 2D, dan lainnya (*3-D Design for Idiots: An Interview With Tinkercad Founder Kai Backman | WIRED, 2012*).

2.5 Telapak Tangan Sebagai *Obstacle*

Telapak tangan adalah permukaan bagian dalam tangan diantara pergelangan tangan dan jari. Telapak tangan memiliki pola telapak tangan, yaitu biometrik yang canggih dan membutuhkan sedikit usaha dari pemilik pola telapak tangan tersebut untuk mengekstraksi atau mengidentifikasi individu (Manegopale, 2014). Telapak tangan tidak termasuk benda yang dapat menyerap, memantulkan, dan meneruskan gelombang ultrasonik. Karena gelombang ultrasonik hanya akan diserap oleh benda yang mempunyai permukaan lunak seperti karpet, wol, kertas, sepon, busa, kain, dan karet. Sedangkan pemantulan gelombang terjadi pada permukaan benda yang keras sehingga pantulannya dapat dapat terdengar (Riana, 2018).

Fakta menarik yang dikatakan oleh James Bernheimer, MD, seorang ahli saraf dari *The Neurology Center* di Baltimore bahwa tubuh manusia (termasuk tangan) memiliki dan mengalami getaran atau tremor dalam sehari selama seminggu (24/7). Tremor ini jumlahnya sedikit karena kita terus melakukan aktivitas dan karena hal tersebut, getarannya tidak terasa oleh manusia sekalipun

tidak melakukan aktivitas. Tremor ini pernah dirasakan ketika akan melakukan presentasi pekerjaan atau saat pertama kali kencan (Jackson-Gibson, 2019). Tremor bisa dialami oleh siapa saja. Beberapa kegiatan yang bisa dirasakan adanya tremor tersebut adalah menuang minuman, berusaha meraih benda yang jauh, dan membawa barang. Tremor juga terjadi karna rasa takut dan cemas berlebih, hal ini disebut dengan tremor fisiologis. Tremor fisiologis adalah tremor yang terjadi pada orang sehat dan tidak terlihat oleh mata (Aprilia, 2019).

2.6 Regresi Linear Sederhana Sebagai Metode Analisis

Persamaan regresi linear sederhana adalah model persamaan yang menunjukkan hubungan antara satu variabel bebas dengan satu variabel terikat (Yuliara dan I Made, 2016). Tujuan dari metode ini adalah menguji pengaruh atau korelasi atau hubungan satu variabel bebas terhadap satu variabel terikat (Muhson, 2016). Metode ini digunakan untuk memahami hubungan antara variabel bebas dengan variabel terikat (Subekti, 2015). Pada proses analisisnya, variabel bebas dianggap sebagai *predictor* (X) dan variabel terikat dianggap sebagai *response* (Y). Persamaan regresi linear sederhana dirumuskan sebagai berikut

$$\hat{Y} = a + bX \quad (2.3)$$

dimana \hat{Y} adalah garis regresi atau variabel *response* atau variabel terikat, a adalah konstanta (intersep), perpotongan dengan sumbu vertikal, b adalah konstanta regresi (*slope*), X adalah variabel bebas atau *predictor* (Yuliara dan I Made, 2016). Aplikasi *IBM SPSS 20* digunakan untuk mengetahui bagaimana pengaruh antara satu variabel bebas dan satu variabel terikat. *IBM SPSS* adalah aplikasi statistik yang dapat digunakan untuk melakukan prosedur statistik seperti *mean*, standar deviasi, melalui beberapa prosedur dasar seperti korelasi, regresi linear, dan *multidimensional scaling* (Meyers dkk, 2013). Hasilnya akan disajikan dalam sebuah tabel. Tabel tersebut menampilkan nilai *Multiple R*, *R Square*, *Adjusted R Square*, *Standard Error*, *Observation* dan yang perlu diperhatikan adalah nilai *R Square*. Nilai tersebut menunjukkan angka koefisien determinasinya. Artinya

variansi pada variabel bebas dapat dijelaskan oleh variabel terikatnya sebesar sekian persen (Muhson, 2016). Jika dikaitkan pada penelitian ini, maka variansi pada jarak dapat dijelaskan oleh nilai *error* yang dihasilkan. Sedangkan pada penjelasan yang disampaikan oleh Muhson, contohnya adalah variansi dalam prestasi dapat dijelaskan oleh motivasi belajar melalui model 15,8%, sisanya berasal dari variabel lain. Maksudnya adalah besarnya pengaruh motivasi belajar terhadap prestasi belajar sebesar 15,8% sisanya (84,2%) berasal dari variabel lain (Muhson, 2016). Varians atau variansi atau *variance* adalah penyimpangan data dari nilai rata-rata (Kusnendi, 2016). Maksudnya adalah seberapa bervariasi data yang dihasilkan dari nilai rata-ratanya. Koefisien determinansi adalah indeks atau rasio dalam satuan persen (%) untuk mengetahui pengaruh dari variabel bebas terhadap variabel terikat (Zulkifli dan Solot, 2019). Kuatnya hubungan antara dua atau lebih variabel dinyatakan oleh besarnya koefisien korelasi. Terdapat jenis-jenis dari korelasi. Diantaranya adalah yaitu korelasi simetris yaitu dua variabel yang memiliki hubungan tetapi tidak ada mekanisme untuk pengaruh mempengaruhi. Kemudian korelasi asimetris, yaitu korelasi antara dua variabel dengan satu variabel (variabel bebas) yang mempengaruhi variabel tergantung atau terikat. Kemudian korelasi timbal balik atau interaktif, yaitu korelasi dua variabel yang keduanya saling mempengaruhi. Berikut ini adalah Tabel 2.5 yang menunjukkan kuatnya hubungan tersebut.

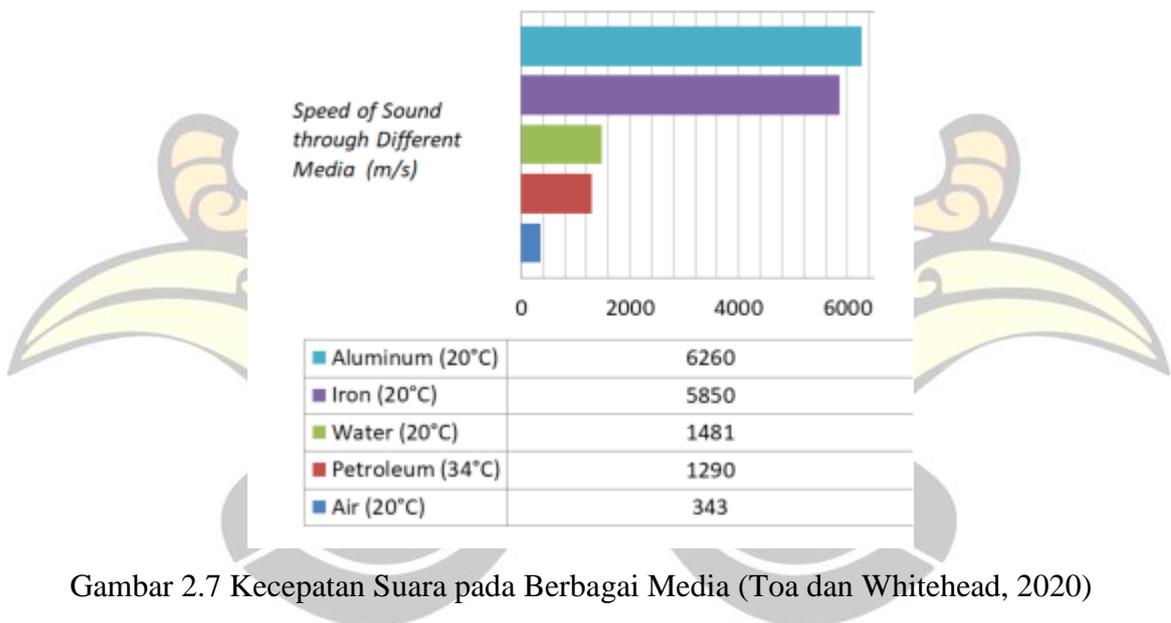
Tabel 2.5 Interpretasi Koefisien Korelasi

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0,00	Tidak ada korelasi
0,01-0,20	Sangat lemah
0,21-0,40	Lemah
0,41-0,70	Sedang
0,71-0,99	Tinggi
1,00	Sempurna

*) Astuti, 2017.

2.7 Faktor yang Mempengaruhi Kinerja Sensor Ultrasonik

Menurut (Toa dan Whitehead, 2020), terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kinerja dari Sensor Ultrasonik. Pertama media penyebaran atau *transmission medium*. Sifat transmisi dan kecepatan suara berubah diberbagai medium yang berbeda. Berikut ini adalah Gambar 2.6 yang menunjukkan kecepatan suara pada berbagai media yang berbeda. Pada gambar tersebut, cepat rambat suara mendapatkan nilai tertinggi yaitu 6,260 m/s. Sensor Ultrasonik memancarkan gelombang secara optimum pada udara, air atau *liquids*, dan benda yang padat atau *solids*.



Gambar 2.7 Kecepatan Suara pada Berbagai Media (Toa dan Whitehead, 2020)

Kedua, impedansi akustik atau *acoustic impedance*. Impedansi akustik memiliki arti kepadatan suatu produk atau *product of density* dan kecepatan akustik atau *acoustic velocity*. Udara memiliki tingkat kepadatan yang rendah dibandingkan dengan *liquid* dan *solid*. Berikut ini adalah Tabel 2.6 yang menunjukkan impedansi akustik dari berbagai material. Pada tabel tersebut, emas atau *gold* memiliki nilai *density* yang tinggi yaitu $19,320 \text{ kgm}^{-3}$ sedangkan nilai *acoustic velocity* tertinggi pada alumunium sebesar $6,320 \text{ ms}^{-1}$. Impedansi akustik digambarkan sebagai ketidaksesuaian impedansi dengan kata lain hambatan yang diberikan oleh suatu fluida atau medium terhadap rambatan gelombang bunyi.

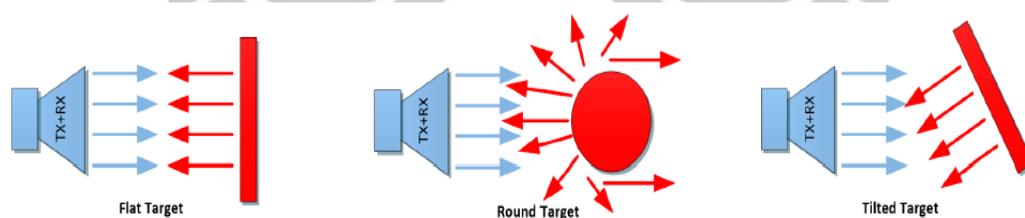
Semakin besar hambatannya, semakin besar energi yang dipantulkan disekitar mediumnya.

Tabel 2.6 Impedansi Akustik pada Berbagai Material

Material	Density (kgm^{-3})	Acoustic Velocity (ms^{-1})	Acoustic Impedance ($kgm^{-2}s^{-1} \times 10^8$)
Air	1.3	330	.00429
Water	1000	1450	1.45
Muscle	1075	1590	1.70
Alumunium	2700	6320	17.1
Iron	7700	5900	45.43
Steel	7800	5900	46.02
Gold	7800	3240	62.6
Skin	19320	1540	1.6

*) Toa dan Whitehead, 2020.

Ketiga, *radar cross section* yang diartikan sebagai kemampuan gelombang ultrasonik untuk kembali ke transduser. Lengkungan atau kemiringan objek memungkinkan sebagian besar garis alur pada gelombang ultrasonik membuat respon dari *echo* melemah. Permukaan yang membuat respon dari *echo* menjadi kuat adalah besar, padat, datar, dan halus atau polos. Berikut ini adalah Gambar 2.7 yang menunjukkan pengaruh dari lengkungan dan kemiringan suatu objek terhadap kemampuan gelombang ultrasonik untuk kembali ke transduser.



Gambar 2.8 Gema Ultrasonik Berdasarkan Permukaan Target (Toa dan Whitehead, 2020)

Keempat, kondisi sekitar berupa temperatur, kelembaman, dan reruntuhan atau *debris*. Kemampuan deteksi akan berkurang seiring meningkatnya temperatur. Oleh karena itu pendeteksian juga berkurang pada saat kelembaman

meningkat namun hal ini sering diabaikan karena efeknya yang kecil. Reruntuhan atau *debris* adalah kondisi dimana munculnya salju, hujan, dan debu yang hal itu melemahkan energi dari ultrasonik dan mengaburkan jarak baca atau pandangan dari sensornya. Hal itu tidak berlaku jika jumlah debunya sedikit, namun jika sebagian besar sensor terendam oleh air, tertutupi lumpur, salju atau es maka akan mengurangi performa dari Sensor Ultrasonik.

2.8 Penelitian Terdahulu

Berikut adalah rangkuman hasil penelitian terdahulu yang memiliki keterkaitan dengan penelitian yang telah dilakukan. Penelitian yang dilakukan oleh (Purwanto, 2019) dengan judul Komparasi Sensor Ultrasonik *HC-SR04* dan *JSN-SR04T* untuk Aplikasi Sistem Deteksi Ketinggian Air menggunakan variasi jarak 10 cm, 20 cm, 30 cm, 40 cm, 50 cm, 60 cm, 70 cm, 80 cm, 90 cm, 100 cm. Kemudian hasil pengukuran sensor dan pengukuran manual akan dihitung persentase nilai *error* dalam satuan persen (%). Hasil yang didapatkan adalah kinerja sensor *Ultrasonic JSN-SR04T* lebih bagus dengan rata-rata *error* pengukuran adalah 1,28% sedangkan sensor *Ultrasonic HC-SR04* memiliki rata-rata *error* pengukuran adalah 2,48%.

Penelitian berjudul *Performance Comparison of Infrared and Ultrasonic Sensors for Obstacles of different materials in vehicle/robot Navigation Application* yang ditulis oleh (Adarsh, 2016) menggunakan Sensor Ultrasonik *HC-SR04* dan Sensor Inframerah *SHARP GP2Y0A21YKOF*. Terdapat beberapa *obstacle* yang digunakan untuk penelitian ini yaitu karton, kertas, busa atau sepon, kayu, plastik, karet, dan ubin. Sebagai kendaraan yang bergerak dan berdasarkan pendeteksian interval, jarak yang telah ditempuh oleh model kendaraan dapat dihitung. Data pada sensor yang diperoleh secara *real-time* akan dibandingkan dengan jarak yang ditempuh (D) untuk dilakukan analisis. Hasil yang didapatkan adalah Sensor Ultrasonik dapat membaca dengan baik pada benda yang terbuat dari kayu, plastik, dan ubin. Sedangkan Sensor *Infrared* pada benda yang terbuat dari kertas dan sepon.

Pada penelitian (Arsada, 2017) yang berjudul Aplikasi Sensor Ultrasonik untuk Deteksi Posisi Jarak pada Ruang Menggunakan Arduino Uno mengangkat

masalah pada Kontes Robot Pemadam Api Indonesia (KRPAI) dimana robot tidak mengetahui posisinya berada dan terjadi tabrakan dengan dinding. Oleh karena itu, pengujian akurasi dilakukan sebanyak dua kali menggunakan 3 sensor pada jarak 3 cm dan 10 cm. Hasilnya dapat dikatakan baik karena tidak terjadi *error*. Kemudian dilakukan pengujian untuk mendeteksi jarak ruang yang berukuran 90 cm x 80 cm. Ketiga sensor tersebut pada jarak 10 cm – 60 cm *error* yang dihasilkan adalah 0%, sedangkan pada jarak 61 cm – 71 cm mengalami *error* rata-rata 1,42% tetapi masih dikatakan akurat karena memiliki nilai toleransi 1 cm, pada jarak 72 cm – 100 cm mengalami *error* rata-rata 1,66% namun masih dianggap akurat karena nilai toleransinya 1 cm, dan pada jarak 100 cm – 200 cm mengalami *error* rata-rata sebesar 1,71 cm tetapi dikatakan akurat karena memiliki nilai toleransi 1 cm.

Penelitian berjudul Kombinasi Sensor Ultrasonik dan Inframerah Konsep Deteksi Halangan pada Robot Berkaki yang ditulis oleh (Apilianto and Aprianto, 2018) menggunakan variasi jarak 4 cm – 15 cm dengan percobaan dilakukan sebanyak 36 kali. Pengujian ini dilakukan pada halangan berupa boneka, cermin, *sound damper*, dan *furniture*. Sensor yang digunakan adalah Sensor Ultrasonik dan Sensor Inframerah *Sharp GP2Y0A21*. Untuk mengetahui keakuratan tersebut dibutuhkan nilai *error* yang didapatkan dari selisih antara jarak aktual dengan jarak hasil sensor. Hasil yang didapatkan adalah Sensor Ultrasonik tidak dapat membaca objek boneka sebab nilai *error* yang dihasilkan adalah 99,7%. Dengan kata lain Sensor Ultrasonik tidak dapat membaca objek yang berbahan sangat lembut seperti boneka. Kemudian Sensor Inframerah tidak terpengaruh oleh cahaya dalam membaca objek saat ada cahaya maupun tanpa cahaya.

Penelitian yang dilakukan oleh (Setyawan, 2020) berjudul Penentuan Jarak Baca Terbaik pada Sistem Pemindai Berbasis Larik Sensor Ultrasonik menggunakan larik Sensor Ultrasonik berjumlah sebelas buah untuk melakukan pemindaian pada permukaan suatu objek. Variasi jarak yang digunakan adalah kenaikan setiap 5 cm yang dimulai dari 5 cm – 50 cm. Hasil data yang diperoleh akan dianalisis dengan membandingkan persentase nilai *error* terhadap nilai standar jarak yang digunakan. Hasil yang didapatkan adalah jarak baca terbaik untuk melakukan pemindaian adalah 50 cm.

Tabel 2.7 Penelitian Terdahulu

No	Nama dan Tahun Publikasi	Hasil
1.	S Adarsh dkk, 2016.	<p>Metode: Menggunakan model kendaraan, jarak yang ditempuh dapat diketahui.</p> <p>Hasil: Sensor Ultrasonik dapat membaca dengan baik pada benda yang terbuat dari sepon, kayu, plastik, dan ubin. Sedangkan <i>infrared</i> pada benda yang terbuat dari kertas.</p>
2.	Arasada, dkk 2017.	<p>Metode: Memilih <i>COM Serial Delphi 7</i> pada <i>GUI (Graphic User Interface)</i> untuk mengeluarkan data secara otomatis.</p> <p>Hasil: Hasil nilai rata-rata <i>error</i> pada jarak 3-70 cm adalah 0% sedangkan pada jarak 72 cm – 200 cm <i>error</i> yang dihasilkan adalah 1,71%.</p>
3.	Apiliano dkk, 2018.	<p>Metode: Pendeteksian jarak terhadap halangan sehingga robot mampu mengambil keputusan berdasarkan logika yang telah diberikan.</p> <p>Hasil: Sensor Ultrasonik dan Inframerah dapat menggerakkan robot untuk menghindari halangan boneka, cermin, <i>sound damper</i>, dan <i>furniture</i>. Sensor Ultrasonik menghasilkan <i>error</i> terbesar pada halangan boneka sedangkan Sensor Inframerah pada cermin dan <i>sound damper</i>.</p>
4.	Purwanto dkk, 2019.	<p>Metode: Menghitung persentase <i>error</i> dari kedua sensor.</p> <p>Hasil: Sensor Ultrasonik <i>JSN-SR04Y</i> menghasilkan rata-rata <i>error</i> pengukuran sebesar 1,28% sedangkan Sensor Ultrasonik <i>HC-SR04</i> 2,48%.</p>
5.	Setyawan dkk, 2020.	<p>Metode: Membandingkan persentase nilai <i>error</i> pembacaan latrik terhadap nilai jarak secara aktual.</p> <p>Hasil: Jarak baca terbaik yang ideal digunakan untuk sistem pemindaian adalah 50 cm dengan persentase nilai <i>error</i> yang kecil yaitu 7,1%.</p>

www.itk.ac.id



www.itk.ac.id