

PENGAPLIKASIAN SENSOR JARAK ULTRASONIK HC-SR04 PADA DRONE QUADCOPTER F330

¹Bimo Novriditiyo, ²Sugiri, ³Agus Nurcahyo

^{1,2,3}Teknik Dirgantara, Sekolah Tinggi Teknologi Kedirgantaraan Yogyakarta

Abstrak

Sensor jarak ultrasonik HC-SR04 berguna untuk membantu pilot drone quadcopter pada saat melakukan penerbangan karena dapat mendeteksi objek benda asing atau penghalang didepannya, sehingga dapat menghindari tubrukan dan meminimalisir kerugian material dan finansial. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui cara kerja sensor ultrasonic HC-SR04 dan jarak aman yang optimal pada drone Quadcopter F330 dalam mendeteksi objek benda asing (penghalang) pada saat melakukan penerbangan.

Desain penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen (uji coba). Teknik pengumpulan data dilakukan dengan cara melakukan uji cara kerja sensor jarak ultrasonik HC-SR04 pada drone quadcopter F330. Analisis data dilakukan dengan mengolah dan menampilkan dalam bentuk tabel dan dijelaskan perbandingan jarak aman yang optimal pada drone quadcopter pada saat melakukan penerbangan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi sensor jarak ultrasonik HC-SR04 pada drone quadcopter F330 pada program arduino dibuat dengan cara mencari referensi, menyiapkan alat dan bahan, membuat source code dan membuat rangkaian instalasi alat. Cara kerja sensor jarak ultrasonik HC-SR04 pada drone quadcopter F330 pada saat melakukan penerbangan yaitu sensor akan mendeteksi jarak aman minimal yaitu pada 100 cm. Cara menentukan jarak aman yang optimal pada drone quadcopter F330 apabila ada objek benda asing (penghalang) saat melakukan penerbangan yaitu berdasarkan respon peneliti pada saat mengoperasikan drone yang telah di aplikasikan sensor jarak ultrasonik HC-SR04 yaitu pada jarak 50 cm s/d 140cm. Jarak aman optimal pada drone quadcopter F330 saat melakukan penerbangan yang dapat dideteksi oleh sensor adalah ≤ 100 cm.

Kata kunci: Sensor Jarak Ultrasonik HC-SR04, Drone Quadcopter F330

Abstract

The HC-SR04 ultrasonic proximity sensor is useful for assisting quadcopter drone pilots during flight because it can detect foreign objects or obstacles in front of it, so as to avoid collisions and minimize material and financial losses. This study aims to determine how the HC-SR04 ultrasonic sensor works and the optimal safe distance on the Quadcopter F330 drone in detecting foreign objects (obstacles) during flight.

This research design uses an experimental research method (trial). The data collection technique was carried out by testing the workings of the HC-SR04 ultrasonic proximity sensor on the F330 quadcopter drone. Data analysis was carried out by processing and displaying in tabular form and explaining the comparison of the optimal safe distance on the quadcopter drone during flight.

The results showed that the application of the HC-SR04 ultrasonic proximity sensor to the F330 quadcopter drone on the Arduino program was made by looking for references, preparing tools and materials, creating source code and creating a series of tool installations. The way the ultrasonic distance sensor HC-SR04 works on the F330 quadcopter drone during flight is that the sensor will detect a minimum safe distance of 100 cm. How to determine the optimal safe distance on the F330 quadcopter drone if there are foreign objects (obstacles) during flight, that is based on the response of the researcher when operating the drone which has been applied to the HC-SR04 ultrasonic distance sensor, which is at a distance of 50 cm to 140cm. The optimal safe distance on the F330 quadcopter drone while flying that can be detected by the sensor is ≤ 100 cm.

Keywords: HC-SR04 Ultrasonic Proximity Sensor, F330 Quadcopter Drone

¹Email Address : novriditiyobimo@gmail.com

Received 2 September 2021, Available Online 30 Desember 2021

Pendahuluan

Perkembangan dunia pesawat saat ini semakin berkembang maju seiring dengan dukungan teknologi canggih, salah satu jenis pesawat canggih yaitu UAV. *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) adalah salah satu jenis pesawat tanpa awak yang menggunakan gaya aerodinamik agar dapat menghasilkan gaya angkat. Salah satu bagian dari UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) adalah drone. Drone merupakan sebuah sistem pesawat yang memiliki kemampuan untuk berbagai jenis pemantauan jarak jauh berbasis video maupun foto, hal ini dikarenakan drone memiliki kelebihan seperti ringan, efisien, dapat terbang secara vertikal, seimbang, mudah untuk dibawa, melayang (*hovering*), akurasi tinggi, dan dapat terbang baik *indoor* maupun *outdoor*.

Bentuk UAV yang pada umumnya berskala kecil membuatnya lebih aman untuk interaksi dekat, sehingga memungkinkan penerbangan melalui lingkungan terbatas. Terdapat berbagai macam UAV yang telah dibuat, namun pada penelitian ini objek yang digunakan yaitu jenis *quadcopter*. Pada penelitian sebelumnya, penggunaan sensor pada UAV berjenis *quadcopter* mempunyai kelemahan yaitu konsumsi energi listrik menjadi lebih besar (boros). Untuk mengatasi kelemahan tersebut yaitu dengan cara mengganti kapasitas baterai yang sebelumnya 2200mah 2S menjadi 2200mah 3S.

Quadcopter diangkat dan didorong oleh empat rotor. *Quadcopter* menggunakan sinkronisasi antara keempat rotor yang dikonfigurasi dalam bentuk frame plus (+), dimana rotor depan dan belakang berputar searah jarum jam, sedangkan rotor sebelah kanan dan kiri bergerak berlawanan arah jarum jam. *Quadcopter* membutuhkan suatu sistem penerbangan yang stabil dan aman agar dapat melakukan penerbangan dan dapat berinteraksi dekat dengan benda lain secara baik. Misalnya, apabila *quadcopter* terbang dalam suatu lorong, maka diharapkan mampu melakukan penerbangan dengan baik tanpa bertumbukan dengan tembok atau benda disekitarnya. Untuk mengatasi permasalahan tersebut dapat dibuat suatu sistem yang mampu meningkatkan keamanan terbang *quadcopter* dalam lingkungannya menggunakan sensor jarak.

Sensor jarak memancarkan gelombang melalui *transmitter*, kemudian pantulan gelombang akan diterima oleh *receiver*. Kontroler menghitung waktu yang dibutuhkan untuk menerima gelombang ultrasonik dan menentukan jarak antara objek dan benda asing (penghalang) didepannya. *Quadcopter* selanjutnya terbang dengan menyesuaikan jarak minimum terhadap halangan di sekitarnya, sehingga dapat mengurangi resiko tumbukan pada *quadcopter*.

Penerapan sensor ultrasonik pada UAV pabrikan yang sudah ada yaitu menggunakan sistem sensor *Obstacle collision aviodance* dimana sistem sensor ini digunakan untuk menghindari tabrakan secara otomatis. Drone pabrikan yang telah dilengkapi fitur tersebut antara lain DJI Phantom 3 pro. Berdasarkan hal tersebut, maka peneliti menggunakan jenis sensor jarak ultrasonik HC-SR04 untuk di aplikasikan pada drone *quadcopter* F330 yang sebelumnya belum terdapat sensor tersebut.

Berdasarkan latar belakang di atas rumusan masalah dalam penelitian ini adalah “bagaimana cara membuat aplikasi sensor jarak ultrasonik HC-SR04 pada Drone *Quadcopter* F330?, bagaimana cara kerja sistem sensor jarak ultrasonik HC-SR04 pada Drone *Quadcopter* F330 saat melakukan penerbangan?, dan bagaimana cara menentukan jarak aman yang optimal pada Drone *Quadcopter* F330 apabila ada objek benda asing (penghalang) saat melakukan penerbangan?”. Tujuan dalam penelitian ini adalah “untuk mengetahui cara membuat aplikasi sensor jarak ultrasonik HC-SR04 pada Drone *Quadcopter* F330, cara kerja sensor ultrasonic HC-SR04 pada Drone *Quadcopter* F330 dalam mendeteksi objek benda asing (penghalang) pada saat melakukan penerbangan, dan jarak aman yang optimal pada Drone *Quadcopter* F330 apabila ada objek benda asing (penghalang) pada saat melakukan penerbangan.”

Tinjauan Pustaka

Untuk mendukung penelitian ini, maka perlu dikemukakan hal-hal atau teori-teori yang berkaitan dengan permasalahan dan ruang lingkup pembahasan sebagai landasan dalam penelitian ini.

UAV (*Unamed Aerial Vehicle*)

Quadcopter adalah pengembangan dari helikopter yang hanya memiliki sebuah rotor, teknologi yang terdapat pada *quadcopter* ini menggunakan sinkronisasi antara keempat rotor yang dikonfigurasi dalam bentuk frame plus “+” dimana rotor depan dan belakang berputar searah jarum jam, sedangkan rotor sebelah kanan dan kiri bergerak berlawanan arah jarum jam. Variasi kecepatan rotor, dapat mengubah gaya angkat dan menciptakan gerak. Dengan demikian, meningkatkan atau menurunkan kecepatan keempat baling-baling bersama-sama menghasilkan gerakan vertikal (Utomo:2015).

Komponen Drone

Flight Controller

Flight Controller adalah pusat saraf dari *drone*. Pada saat ini *flight controller* memiliki banyak sensor yang tersedia GPS, sensor tekanan udara, sensor kecepatan udara. Perangkat utama perhitungan penerbangan masih *gyroscope*, ditambah dengan *accelerometer*. *Gyroscope* berfungsi untuk mengukur atau menentukan orientasi suatu benda berdasarkan pada ketetapan momentum sudut, dengan kata lain *gyroscope* menentukan gerakan sesuai gravitasi yang dilakukan oleh pengguna (Kusuma *et al.*, 2016).

Brushless DC Motor (BLDC)

BLDC motor adalah suatu jenis motor sinkron. Artinya medan magnet yang dihasilkan oleh stator dan medan magnet rotor berputar di frekuensi dan kecepatan yang sama. BLDC motor tidak mengalami *slip*, tidak seperti yang terjadi pada motor induksi biasa. BLDC motor menghasilkan torsi maksimal saat putaran awal, selanjutnya torsi akan menurun seiring dengan bertambahnya kecepatan motor (Wahono dan Sutikno, 2016).

Remote Control

Teknologi Pengendali (*Remote Control*) adalah sebuah alat elektronik yang digunakan untuk mengoperasikan sebuah mesin dari jarak jauh. Pada umumnya, pengendali jarak jauh digunakan untuk memberikan perintah dari kejauhan kepada televisi atau barang-barang elektronik lainnya seperti sistem stereo dan pemutar DVD. *Remote control* biasanya menggunakan baterai AAA yang kecil atau AA sebagai catu dayanya (Ramdhani dan Latief, 2008).

Baterai Li Po (Lithium Polymer)

Baterai *Lithium Polymer* atau biasa disebut dengan LiPo merupakan salah satu jenis baterai yang sering digunakan dalam dunia RC. Baterai LiPo tidak menggunakan cairan sebagai elektrolit melainkan menggunakan elektrolit polimer kering yang berbentuk seperti lapisan plastik film tipis (Barmawi:1-3).

Frame

Frame merupakan tempat untuk meletakkan komponen lain dari *drone*, *frame* adalah badan dari *drone*. Dalam membuat *frame* untuk bahan aluminium, jika jatuh dari ketinggian bisa menyebabkan bengkok tapi mudah untuk diperbaiki. Sedangkan jika menggunakan akrilik, bahan ini rawan pecah namun mudah untuk dibuat karena sudah banyak jasa *laser cutting* untuk akrilik (Sudjadi:2009).

Receiver

Receiver menerima sinyal dari sistem *transmisi* dan menggabungkannya ke dalam bentuk tertentu yang dapat ditangkap oleh tujuan.

GPS (Global Positioning System)

GPS atau *Global Positioning System*, merupakan sebuah alat atau sistem yang dapat digunakan untuk menginformasikan penggunanya berada (secara global) di permukaan bumi yang berbasis satelit. Sistem ini menggunakan 24 satelit yang mengirimkan sinyal gelombang mikro ke bumi (Alfeno dan Devi:2017).

ESC (Electronic Speed Controller)

Sebuah Modul Rangkaian Electronic yang fungsinya mengatur putaran pada motor sesuai ampere yang di butuhkan oleh motor.

Pengaplikasian Sensor Jarak Ultrasonik HC-SR04

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), arti kata pengaplikasian adalah proses, cara, pembuatan mengaplikasikan. Pengaplikasian berasal dari kata dasar aplikasi. Gelombang Ultrasonik adalah gelombang yang dapat memperkirakan jarak antara sensor dan benda dengan cara radar mendeteksi keberadaan suatu benda. Disebut sebagai Sensor Ultrasonik karena sensor ini menggunakan gelombang ultrasonik (bunyi ultrasonik) (Robby Yuli Endra et al., 2019). Sensor ultrasonik (HC-SR04) yang memancarkan ultrasonik untuk mendeteksi dan menghindari rintangan. Sensor ultrasonik (HC-SR04) digunakan untuk mengetahui jarak antara robot dengan rintangan yang berada didepan jalur yang dikendalikan melalui Arduino.

Arduino Nano

Arduino Nano adalah sebuah *platform* dari *physical computing* yang bersifat *open source*. Arduino tidak hanya sekedar sebuah alat pengembang, tetapi merupakan kombinasi dari *hardware*, bahasa pemrograman dan *Integrated Development Environment (IDE)* yang canggih IDE adalah sebuah *software* yang berperan untuk menulis program, meng-compile menjadi kode biner dan mengupload ke dalam *memory microcontroler*. Arduino Nano dapat diaktifkan melalui koneksi USB Mini-B, atau melalui catu daya eksternal dengan tegangan belum teregulasi antara 6-20 Volt yang dihubungkan melalui pin 30 atau pin VIN, atau melalui catu daya eksternal dengan tegangan teregulasi 5 volt melalui pin 27 atau pin 5V. Arduino nano menggunakan mikrokontroler Atmega 168 yang dilengkapi dengan flash memori sebesar 16 kbyte dan dapat digunakan untuk menyimpan kode program utama (As wicaksana, 2017).

Buzzer

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk merubah getaran listrik menjadi getaran suara. Buzzer biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi sesuatu kesalahan pada sebuah alat (alarm) (Santoso:2016).

Metode Penelitian**Desain Penelitian**

Desain penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen dan uji coba. Penelitian eksperimen ini dilakukan pada perancangan sistem, baik pada perancangan perangkat keras (*hardware*) maupun perangkat lunak (*software*). Pada pelaksanaan penelitian ini, penulis menggunakan beberapa metode

yang biasa digunakan dan dilakukan dalam kegiatan-kegiatan penelitian atau penulisan yaitu metode studi pustaka, metode studi observasi atau studi lapangan, dan metode wawancara.

Tempat dan Waktu Penelitian

Proses pelaksanaan penelitian ini dilakukan di ruang laboratorium elektronika Sekolah Tinggi Teknologi Kedirgantaraan (STTKD) Yogyakarta. Waktu pelaksanaan penelitian dari bulan Desember 2020 s/d April 2021.

Alat dan Bahan Penelitian

Alat penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah PC/ laptop, solder, timah, *screw* (obeng), selongsong kabel, kabel USB, kabel *jumper*, kabel *extension*, gunting, isolasi hitam, papan PCB matrix, *mounting bracket* sensor ultrasonik HC-SR04, *Socket IC*.

Bahan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah drone *quadcopter* F330, sensor jarak ultrasonik HC-SR04, arduino nano, *buzzer*,

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data merupakan langkah yang paling strategis dalam penelitian, karena tujuan utama dari penelitian adalah mendapatkan data (Sugiyono:2017). Teknik pengumpulan data menggunakan metode eksperimen (uji coba). Metode yang dilakukan dalam pengumpulan data menggunakan pengambilan data kualitatif yang didapatkan dengan melakukan uji cara kerja sensor jarak ultrasonik HC-SR04.

Analisis Data

Analisis data adalah proses mencari dan menyusun secara sistematis data yang diperoleh dari hasil wawancara, catatan lapangan, dan bahan-bahan lain sehingga mudah dipahami dan kesimpulannya dapat diinformasikan kepada orang lain (Sugiyono:2016). Dengan membuat aplikasi sensor jarak ultrasonik HC-SR04 pada drone *quadcopter* F330, serta memasukan program dari Arduino Nano maka data yang sudah didapatkan dari kemampuan cara kerja sensor jarak ultrasonik HC-SR04 dalam mendeteksi objek benda asing (penghalang) didepannya, maka akan diolah dan ditampilkan dalam tabel dan dijelaskan perbandingan jarak aman yang optimal pada drone *quadcopter* pada saat melakukan penerbangan.

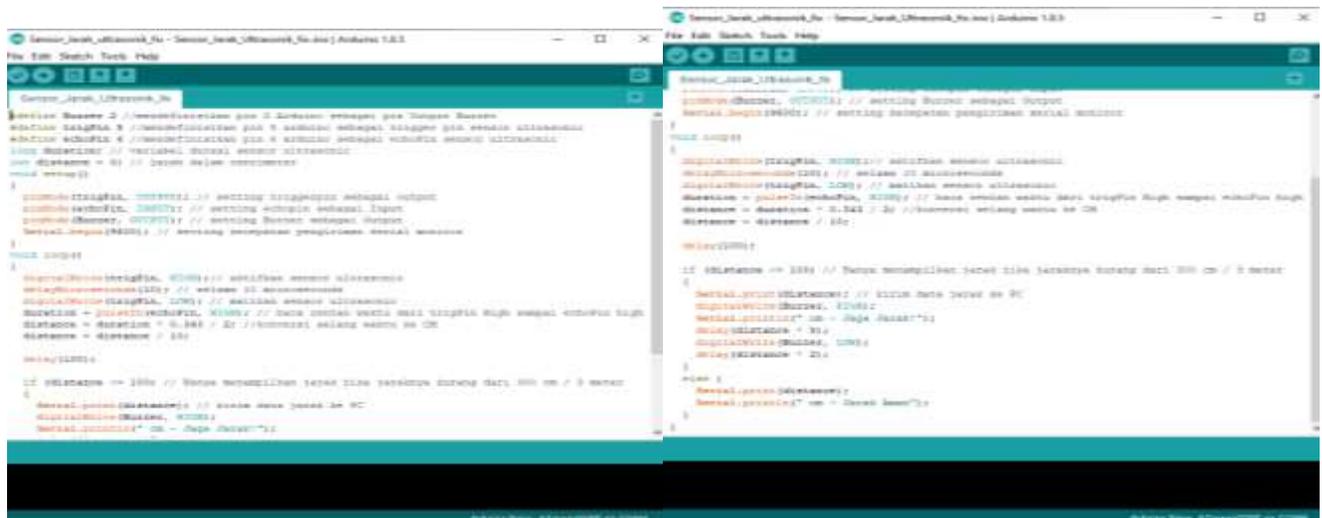
Hasil dan Pembahasan

Cara Pembuatan Aplikasi Sensor Jarak Ultrasonik HC SR-04 pada Drone *Quadcopter*

Aplikasi sensor jarak ultrasonik HC-SR04 pada drone *quadcopter* F330 dibuat dengan berbasis mikrokontroler arduino nano menggunakan sebuah program keseluruhan dari semua komponen yang dituliskan di dalam Arduino *software* IDE. Proses pembuatan aplikasi sensor jarak ultrasonik HC-SR04 pada penelitian ini yaitu mencari referensi sistem sensor mundur pada mobil, menyiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan, membuat *source code* dan membuat rangkaian instalasi alat.

Referensi yang dicari adalah sistem sensor mundur (parkir) pada mobil. Tujuan dipilihnya sistem tersebut karena sistem kerjanya sama dengan sistem kerja sensor jarak ultrasonik HC-SR04 yaitu untuk memberikan peringatan dini berdasarkan jarak aman yang telah ditentukan. Alat yang digunakan yaitu PC/Laptop yang sudah terpasang *software* arduino IDE, solder, timah, *screw/* obeng, selongsong kabel, kabel USB, kabel *jumper*, kabel *extension*, gunting, papan PCB matrix, *mounting bracket* sensor, *socket IC* dan isolasi hitam. Bahan yang digunakan yaitu *drone quadcopter* F330, arduino nano dan *buzzer*.

Pembuatan source code aplikasi sensor jarak ultrasonik HC-SR04 pada drone quadcopter F330 berbasis program Arduino IDE yang digunakan dalam penelitian ini yaitu mendefinisikan pin 2 arduino sebagai pin output buzzer, mendefinisikan pin 5 arduino sebagai trigger pin sensor ultrasonik, mendefinisikan pin 6 arduino sebagai echopin sensor ultrasonik, mendefinisikan variabel durasi sensor ultrasonik, mendefinisikan jarak dalam centimeter. Kemudian, setting triggerpin sebagai output, setting echopin sebagai input, setting buzzer sebagai output, setting kecepatan pengiriman serial monitor, aktifkan sensor ultrasonic, selama 10 microseconds. Selanjutnya, matikan sensor ultrasonic, baca rentan waktu dari trigpin high sampai echopin high, konversikan selang waktu ke cm, hanya menampilkan jarak jika jaraknya kurang dari 300 cm / 3 meter, kirim data jarak ke pc. Adapun program aplikasi yang sudah dibuat dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Pembuatan Aplikasi sensor jarak ultrasonik HC-SR04 pada drone *quadcopter* F330 berbasis Arduino IDE

(Sumber: Dokumen pribadi, 2021)

Pembuatan rangkaian aplikasi sensor jarak ultrasonik HC-SR04 pada penelitian ini yaitu mendesain posisi penempatan komponen pada papan pcb matrix, memotong papan pcb matrix dengan ukuran 6x5 cm agar mudah dipasang pada drone, memotong *socket ic* sesuai dengan jumlah kaki arduino nano, sensor jarak ultrasonik dan *buzzer*, menyolder *socket ic* dengan timah agar terhubung dengan papan pcb matrix, menyolder kabel *extension* dengan timah untuk dihubungkan dari pin digital vcc ke 5v arduino nano. Kemudian menyolder kabel *jumper* dengan timah untuk dihubungkan dari kaki *buzzer* negatif(-) ke *ground* pada arduino nano, menyolder kabel *jumper* dengan timah untuk dihubungkan dari kaki *buzzer* positif(+) ke pin digital 2 pada arduino nano, menghubungkan kabel *jumper* dari *ground* sensor jarak ultrasonik hc-sr04 ke *ground* pada arduino nano, menghubungkan kabel *jumper* dari *trigger* sensor jarak ultrasonik hc-sr04 ke pin digital 7 pada arduino nano. Selanjutnya menghubungkan kabel *jumper* dari *echo* sensor jarak ultrasonik hc-sr04 ke pin digital 6 pada arduino nano, menyolder kabel *extension* pada rangkaian agar dapat terkoneksi ke baterai melalui *flightcontroller* di papan pcb matrix, menghubungkan kabel *extension* pada *ground* di arduino nano ke *ground* di *flightcontroller*, menghubungkan kabel *extension* pada *vin* di arduino nano ke 5v di *flightcontroller*.

Cara Kerja Sistem Sensor Jarak Ultrasonik HC SR-04 pada Drone *Quadcopter*

Pengujian cara kerja sistem sensor ultrasonik HC-SR04 dilakukan untuk mengetahui kelayakan sensor dalam penelitian ini. Sinyal dipancarkan oleh pemancar ultrasonik dengan frekuensi tertentu dan dengan durasi tertentu sesuai yang peneliti inginkan. Rangkaian cara kerja sistem sensor ultrasonik HC-SR04 akan diuji sesuai kebutuhan program yang peneliti rancang. Berikut tabel 1 pengujian cara kerja sistem sensor jarak ultrasonik HC-SR04 pada saat posisi *on ground* (darat) dan tabel 2 pengujian cara kerja sistem sensor jarak ultrasonik HC-SR04 pada saat melakukan penerbangan dengan kecepatan 15 km/jam.

Tabel 1. Pengujian cara kerja sistem sensor jarak ultrasonik HC-SR04 pada saat posisi *on ground* (darat).

No	Jarak	Kondisi Sensor
1.	50 cm	Jaga jarak
2.	60 cm	Jaga jarak
3.	70 cm	Jaga jarak
4.	80 cm	Jaga jarak
5.	90 cm	Jaga jarak
6.	100 cm	Jarak aman
7.	110 cm	Jarak aman
8.	120 cm	Jarak aman
9.	130 cm	Jarak aman
10.	140 cm	Jarak aman

Tabel 2. Pengujian cara kerja sistem sensor jarak ultrasonik HC-SR04 pada saat melakukan penerbangan dengan kecepatan 15 km/j.

No	Jarak	Kondisi Sensor
1.	50 cm	Jaga jarak
2.	60 cm	Jaga jarak
3.	70 cm	Jaga jarak
4.	80 cm	Jaga jarak
5.	90 cm	Jaga jarak
6.	100 cm	Jarak aman
7.	110 cm	Jarak aman
8.	120 cm	Jarak aman
9.	130 cm	Jarak aman
10.	140 cm	Jarak aman

Berdasarkan tabel 1 dan tabel 2 sensor akan mendeteksi jarak aman minimal yaitu pada 100 cm dan sensor akan menampilkan pada serial monitor Arduino IDE bahwa “jarak aman”. Apabila kurang dari 100 cm maka sensor tidak mendeteksi jarak aman dan sensor akan menampilkan pada serial monitor Arduino IDE bahwa “jaga jarak!”. Pengujian cara kerja sistem sensor jarak ultrasonik HC-SR04 dapat dilihat gambar 2, dan gambar 3.



Gambar 2. Pengujian Cara Kerja Sistem Sensor Jarak Ultrasonik HC-SR04 pada Jarak Aman Maksimal 100cm

(Sumber: Dokumen pribadi, 2021)



Gambar 3. Pengujian Cara Kerja Sistem Sensor Jarak Ultrasonik HC-SR04 pada Jarak Aman 140cm

(Sumber: Dokumen pribadi, 2021)

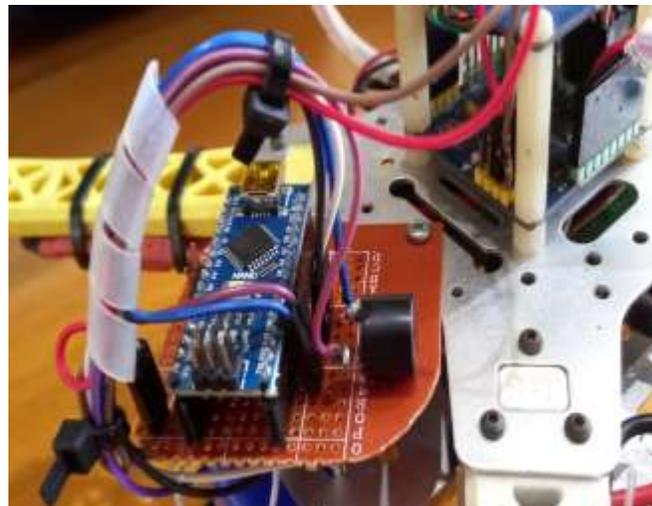
Cara Menentukan Jarak Aman yang Optimal pada Drone *Quadcopter*

Cara menentukan jarak aman yang optimal pada drone *quadcopter* F330 apabila ada objek benda asing (penghalang) saat melakukan penerbangan yaitu berdasarkan respon peneliti saat mengoperasikan drone pada kecepatan 15km/j yang telah di aplikasikan sensor jarak ultrasonik HC-SR04. Pada pengujian ini, sesuai kebutuhan program yang telah dibuat oleh peneliti. Berikut tabel 3 menentukan jarak aman yang optimal pada drone *quadcopter* F330 apabila ada objek benda asing (penghalang) saat melakukan penerbangan kecepatan 15 km/jam.

Tabel 3. Menentukan jarak aman yang optimal pada drone *quadcopter* F330 apabila ada objek benda asing (penghalang) saat melakukan penerbangan dengan kecepatan 15 km/jam.

No	Jarak	Kondisi Sensor	Kondisi <i>Buzzer</i>
1.	50 cm	Jaga jarak	Berbunyi
2.	60 cm	Jaga jarak	Berbunyi
3.	70 cm	Jaga jarak	Berbunyi
4.	80 cm	Jaga jarak	Berbunyi
5.	90 cm	Jaga jarak	Berbunyi
6.	100 cm	Jarak aman	Tidak berbunyi
7.	110 cm	Jarak aman	Tidak berbunyi
8.	120 cm	Jarak aman	Tidak berbunyi
9.	130 cm	Jarak aman	Tidak berbunyi
10.	140 cm	Jarak aman	Tidak berbunyi

Berdasarkan tabel 3 jarak aman optimal pada drone *quadcopter* F330 saat melakukan penerbangan yang dapat dideteksi oleh sensor adalah ≤ 100 cm dan sensor akan menampilkan pada serial monitor Arduino IDE bahwa “jaga jarak” serta buzzer akan mengeluarkan bunyi. Apabila sensor mendeteksi jarak objek ≥ 100 cm, maka sensor akan menampilkan pada serial monitor Arduino IDE bahwa “jarak aman” serta buzzer tidak mengeluarkan bunyi. Berikut gambar 4.4 pengujian *buzzer*.



Gambar 4. Pengujian *Buzzer*
(Sumber: Dokumen pribadi, 2021)

Tabel 4. Hasil Pengujian Setelah Menentukan Jarak Aman yang Optimal

NO	Sensor Jarak Ultrasonik HC-SR04	Kondisi	Buzzer	Hasil
1	Terdeteksi objek benda asing berjarak ≤ 100 cm	“jaga jarak!” Jarak drone terhadap objek benda asing didepannya tidak aman	Mengeluarkan bunyi	Sesuai
2	Terdeteksi objek benda asing berjarak ≥ 100 cm	“jarak aman” Jarak drone terhadap objek benda asing didepannya aman.	Tidak mengeluarkan bunyi	Sesuai

Kesimpulan

1. Aplikasi sensor jarak ultrasonik HC-SR04 pada drone *quadcopter* F330 pada program arduino dibuat dengan cara mencari referensi sistem sensor mundur pada mobil, menyiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan, membuat *source code* dan membuat rangkaian instalasi alat.
2. Cara kerja sensor jarak ultrasonik HC-SR04 pada Drone *Quadcopter* F330 pada saat melakukan penerbangan yaitu Sensor akan mendeteksi jarak aman minimal yaitu pada 100 cm dan sensor akan menampilkan pada serial monitor Arduino IDE bahwa “jarak aman”. Apabila kurang dari 100 cm maka sensor tidak mendeteksi jarak aman dan sensor akan menampilkan pada serial monitor Arduino IDE bahwa “jaga jarak!”.
3. Cara menentukan jarak aman yang optimal pada Drone *Quadcopter* F330 apabila ada objek benda asing (penghalang) saat melakukan penerbangan yaitu berdasarkan respon peneliti pada saat mengoperasikan drone yang telah di aplikasikan sensor jarak ultrasonik HC-SR04 yaitu pada jarak 50 cm s/d 140cm. Jarak aman optimal pada drone *quadcopter* F330 saat melakukan penerbangan yang dapat dideteksi oleh sensor adalah ≤ 100 cm dan sensor akan menampilkan pada serial monitor Arduino IDE bahwa “jaga jarak” serta buzzer akan mengeluarkan bunyi. Apabila sensor mendeteksi jarak objek ≥ 100 cm, maka sensor akan menampilkan pada serial monitor Arduino IDE bahwa “jarak aman” serta buzzer tidak mengeluarkan bunyi.

Daftar Pustaka

- Alfeno, S., R.E.C. Devi. 2017. Implementasi *Global Positioning System* (GPS) dan *Location Based Service* (LSB) pada Sistem Kereta Api untuk Wilayah Jabodetabek. *Jurnal Sisfotek Global* 7(2): 27-28.
- Barmawi, M. 2013. *Prinsip-Prinsip Elektronika*. Erlangga. Jakarta.
- Endra., Robby Yuli., Cucus, A., Affandi, F. N., & Hermawan, D. 2019. Implementasi Sistem Kontrol Berbasis Web Pada Smart Room Dengan Menggunakan Konsep Internet Of Things. *Explore – Jurnal Sistem Informasi Dan Telematika (Telekomunikasi, Multimedia & Informatika)*, 10(2), 98–106.
- Kusuma, W.A., Z. Sari, dan A.T. Sari. 2016. Sensor *Fusion Accelormeter* dan *Gyroscope* untuk Pengukuran Kinematik Pergelangan Kaki. *Jurnal Kinetik* 1(1):17-22.
- Utomo, B. J. 2015. Rancang Bangun *UAV (Unamed Aerial Vehicle)* Model *Quadcopter* dengan Menggunakan Alogaritma *Proportional*
- Ramdhani, A.M., M. Latief. 2016 Sistem Kendali Perangkat Listrik Berbasis Android. *Jurnal Informasi* 8(1):23-24.
- Santoso, H. 2015. *Cara Kerja Sensor Ultrasonik, Rangkaian, & Aplikasinya*. In www.elangtrisakti.com.
- Sugiyono. 2016. *Metodologi Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- _____. 2017. *Metodologi Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Wahono, T., dan T. Sutikno. 2016. Skema Pengendali Motor BDLC Tanpa Sensor Posisi Rotor dengan Metode Deteksi Back EMF Berbasil Mikrokontroler Arduino. *Jurnal Ilmu Teknik Elektro Komputer dan Informatika* 2(2):69-70.