

## PEMBUATAN ALAT BANTU VISUAL PADA HELIKOPTER UNTUK MENGETAHUI KONDISI TEMPAT PENDARATAN DARURAT

**Ema, Herry Hartdpo, Reno Fahlevy**

Fakultas Teknik

Universitas Nurtanio Bandung

Jl. Padjajaran No.219 Lanud Husen Sastranegara, Bandung

E-mail [demadiena@gmail.com](mailto:demadiena@gmail.com) [hartopoherry@gmail.com](mailto:hartopoherry@gmail.com)

[renofahlevyh17@gmail.com](mailto:renofahlevyh17@gmail.com)

### **Abstrak**

*Helicopter* merupakan alat transportasi yang digerakan oleh rotor dan memiliki kemampuan mendarat dan terbang secara vertikal. *Helicopter* juga bisa bergerak maju dan mundur di udara, selain itu helikopter memiliki kemampuan mengapung di udara. Karena kemampuannya ini *helikopter* banyak dimanfaatkan untuk berbagai kepentingan. Salah satunya dalam misi penyelamatan atau dalam keadaan darurat saat kebakaran hutan, dengan begitu pilot atau *co-pilot* membutuhkan visual yang jelas, ketika akan mendarat dengan aman. Dengan adanya alat bantu visual pada *helicopter* yang digabung menjadi satu *display*, akan lebih memudahkan pilot atau *co-pilot* untuk melihat visual dengan jelas pada saat *helicopter* akan mendarat darurat dengan aman dengan cara melihat tampilan pada alat ini.

Dalam perancangan dan pembuatan alat ini terbagi menjadi dua metode, yaitu perancangan sistem *software* dan sistem *hardware*. Perancangan sistem *software* terdiri dari rancangan sistem *software* input yang dibuat menggunakan arduino IDE dan perancangan sistem *hardware* terdiri dari *block diagram*, *schematic diagram* dan perancangan sistem kendali motor DC.

Pada alat bantu visual pada *helicopter* yang telah dibuat ini dilakukan langkah-langkah pengujian, yaitu menguji *power supply*, pengujian visual pada helikopter dan pengujian fungsi saat keadaan darurat, yang semua ditampilkan pada masing masing *display* yang terdapat pada *box* akrilik yang telah dibuat, dan untuk menggerakkan miniatur *helicopter* menggunakan *joystick* yang sudah dimodifikasi.

Alat yang telah dibuat dapat menentukan suhu sekitar berdasarkan hasil deteksi sinyal inframerah yang didapat pada sensor kamera *Thermal Imaging*, sehingga alat ini dapat mengukur suhu pada jarak tertentu. *Ultrasonic* pada alat ini berfungsi untuk mengukur ketinggian *helicopter* yang dipasang kamera *Charge Coupled Device* sebagai *indicator visual* utama, akan tetapi alat yang dibuat memiliki kekurangan seperti pada tampilan *display* tidak dapat di *zoom* atau diperdekat, dan untuk kamera *Thermal Imaging* tidak dapat menentukan kontur tanah, dan memiliki keterbatasan kemampuan deteksi hanya mencapai 2.5 m, dan *ultrasonic* memiliki kemampuan deteksi maksimal 4 m.

Kata Kunci : *Helicopter*, Alat bantu visual, Motor DC

## Abstract

*The helicopter is a means of transportation that is driven by rotors and has the ability to land and fly vertically. The helicopter can also move forward and back in the air, besides that the helicopter has the ability to float in the air. Because of this ability, helicopters are widely used for various purposes. One of them on a rescue mission or in an emergency during a forest fire, so the pilot or co-pilot needs clear visuals, when he was going to land safely. with the visual aids on the helicopter combined into one display making it easier for pilots or co-pilots to see visuals clearly when the helicopter will land safely safely by viewing the display on visual aids made and easily read by pilots or co-pilots pilot.*

*In the design and manufacture of visual aids is divided into two methods, namely the design of software systems and hardware systems. Software system design consists of software input system design that is created using Arduino IDE and hardware system design consisting of block diagram, schematic diagram and DC motor control system design.*

*In the visual aids on helicopters that have been made, the testing steps are carried out, namely testing the power supply, visual testing on the helicopter and testing functions during emergencies, which are all displayed on each display contained in the acrylic box that has been made, and for move the miniature helicopter using a modified joystick.*

*The device can determine the ambient temperature based on the results of the detection of infrared signals obtained on the Thermal Imaging camera sensor, so the tool can measure temperature, at a certain distance. The ultrasonic function is to measure the height of the helicopter, and the Charge Coupled Device camera is installed as the main visual indicator, but the device has drawbacks such as the display can not be zoomed or closer, and for Thermal Imaging cameras can not determine the ground contour, and has a limited detection capability of only 2.5 m, and ultrasonic has a maximum detection ability of 4 m.*

*Keywords: Helicopter, Visual aids, DC motor*

## Latar Belakang

*Helicopter* melakukan pendaratan menggunakan *helipad* yang merupakan landasan khusus untuk *helicopter*. *Helicopter* mempunyai sifat yang bisa mendarat dan terbang secara *vertical*, oleh karena itu *helipad* tidak membutuhkan tempat yang terlalu luas dan bisa berada dimana saja selama tersedia cukup ruang bagi *rotor*/baling-baling *helicopter*. *Helipad* seringkali ditemui di atap gedung, rumah sakit, anjungan lepas pantai ataupun di atas kapal perang. Agar *pilot* atau *co-pilot* dapat melihat *helipad* pada saat akan melakukan pendaratan, oleh karena itu, *helipad* dilengkapi dengan tanda lingkaran dan ditengahnya terdapat huruf “H”, serta dapat

menggunakan asap berwarna merah atau warna lainnya agar *pilot* atau *co-pilot* dapat mengetahui lokasi pendaratan jika dibutuhkan dalam keadaan darurat.

*Helipad* tidak selalu dibangun dari beton, terkadang pemandu kebakaran hutan membuat *helipad* temporer dari kayu untuk keadaan darurat di tengah pasca kebakaran hutan. Disini penulis membahas bagaimana jika *helicopter* akan melakukan pendaratan pada keadaan darurat, seperti dalam keadaan kebakaran hutan yang seluruh area sudah ditutup asap. Bagaimana memudahkan para *pilot/co-pilot* untuk mengetahui *Helipad* yang aman untuk *helicopter* mendarat jika area

pendaratan tertutupi oleh asap akibat kebakaran hutan. Alternatif solusi yang dibahas pada penelitian ini adalah Pembuatan Alat Bantu Visual *Helikopter* untuk mengetahui kondisi tempat pendaratan darurat dengan menggunakan *visual camera* dan *Thermal camera*.

### Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian:

1. Bagaimana cara merancang dan membuat sebuah alat bantu visual untuk mengetahui menentukan kondisi tempat pendaratan darurat?
2. Bagaimana cara mengetahui secara akurat area yang aman jika terjadi di tengah pasca kebakaran hutan yang seluruh areanya tertutup oleh asap?
3. Bagaimana cara kerja dan fungsi alat bantu visual *helicopter* dalam memberikan tinjauan tentang tempat pendaratan darurat?

### Landasan Teori

*Helicopter* adalah pesawat udara yang lebih berat dari udara, bersayap putar dan rotornya digerakan oleh mesin. *Helicopter* merupakan pesawat udara yang mengangkat dan terdorong oleh satu atau lebih rotor (*Propeller*) horizontal besar. *Helicopter* diklasifikasikan sebagai pesawat bersayap putar untuk membedakan dari pesawat bersayap tetap (*Fixed wing*) biasa lainnya. Dibandingkan dengan pesawat bersayap tetap, helikopter lebih kompleks, memiliki jarak tempuh yang dekat dan muatan terbatas. Sedangkan keuntungan adalah mampu terbang di tempat, mundur, lepas landas, dan mendarat secara vertikal. *helicopter* dapat terbang menuju lokasi mana pun, dan mendarat dimana pun dengan lapangan sebesar rotor pada *helicopter*. Landasan *helicopter* disebut *Helipad*. *Helicopter* mendapatkan daya untuk bergerak dari rotor yang berputar. Rotor *helicopter* memiliki bentuk *aerofoil* yang mirip dengan sayap pada pesawat terbang lainnya. Saat rotor berputar udara akan bergerak pada permukaan atas rotor mengakibatkan tekanan di

atas rotor lebih rendah dari yang di bawah rotor sehingga *helikopter* terangkat ke atas, konsep dasar aerodinamika inilah yang menghasilkan *helicopter* dapat bebas terbang bergerak ke semua arah. Dan *helicopter* sendiri memiliki 3 cara untuk terbang, yaitu *Collective Control*, *Cyclic Control* dan *Pedal Control*. Masing-masing gerakan itu dikontrol oleh sistem kendali terbang atau *flight control system* dari cockpit.

### Komponen Utama

#### A. Display

1. LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD adalah suatu jenis media *display* yang menggunakan kristal cair untuk menghasilkan gambar yang terlihat. Teknologi LCD atau penampilan Kristal Cair sudah banyak digunakan pada produk-produk seperti layar laptop, layar ponsel, layar kalkulator, layar jam Digital, layar *Multimeter*, Monitor Komputer, Televisi, layar *Game portable*, layar *Thermometer Digital* dan produk-produk elektronik lainnya. Pada Pembuatan alat ini menggunakan 3 LCD, LCD 7 inch, LCD 16x2 dan LCD TFT 1,8 inch.

2. LCD 7 inch menggunakan *Monitor On Dash LED 7 inch*. Pada pembuatan alat ini penulis menggunakan LCD 7 inch untuk di aplikasikan pada visual kamera CCD selain itu LCD 7 inch ini biasanya digunakan pada kendaraan roda 4 (mobil), untuk mengetahui waktu sedang parkir mundur atau melihat bagian belakang mobil atau bagian depan mobil. LCD *Monitor On-Dash LED 7 inch* dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 LCD Monitor On – Dash LED 7 inch.

Dan ada dua jenis LCD lain yang digunakan oleh penulis yaitu LCD 16x2 dan LCD TFT 1,8inch. LCD 16x2 adalah suatu jenis media tampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil. LCD yang digunakan ialah LCD dot matrik dengan jumlah 2 x 16. Fitur yang terdapat pada LCD 16x2 ini adalah terdiri dari 16 karakter dan 2 baris, mempunyai 192 karakter tersimpan, terdapat karakter generator terprogram, dapat di amati dengan mode 4-bit dan 8-bit dan dilengkapi dengan back light. LCD 16x2 ini digunakan untuk pengaplikasian Sensor Jarak HC-SR04. LCD 16x2 dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 LCD 16x2

### 3. LCD TFT

LCD terakhir yang digunakan oleh penulis yaitu LCD TFT 1,8 inch. LCD TFT 1,8 inch ini adalah jenis LCD TFT module yang paling umum dan sering digunakan sebagai display unit dan input device pada proyek Arduino. LCD TFT ini dapat menampilkan data berupa *Text/String*, Grafik ataupun Gambar/*Bitmap* dalam RGB 65000 colour. LCD TFT 1,8 inch ini digunakan untuk pengaplikasian

kamera *Thermal Imaging*, LCD TFT 1,8 inch dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. LCD TFT 1,8 Inch

### B. Sensor Jarak HC-SR04

Sensor jarak HC-SR04 merupakan sebuah sensor ultrasonik yang dapat membaca jarak kurang lebih 2 cm hingga 4 meter. Sensor ini sangat mudah digunakan pada mikrokontroler karena menggunakan empat buah pin yang terdapat pada sensor tersebut, yaitu dua buah pin *supply* daya untuk sensor ultrasonik dan dua buah pin trigger dan echo sebagai input dan output data dari sensor ke Arduino. Spesifikasi Sensor Jarak HC-SR04 yang digunakan pada pembuatan alat ini yaitu :

1. Tegangan sumber operasi 5.0 V
2. Konsumsi arus 15 mA
3. Frekuensi operasi 40 KHz
4. Maksimum jarak 4 m
5. Sudut pantul gelombang pengukuran 15 derajat
6. Minimum waktu penyulutan 10 mikrodetik dengan pulsa berlevel TTL.
7. Pulsa deteksi berlevel TTL dengan durasi yang sesuai dengan jarak deteksi.
8. Dimensi 45 x 20 x 15 mm Sensor Jarak HC-SR04 yang digunakan pada pembuatan alat ini dapat dilihat pada Gambar 2.4.



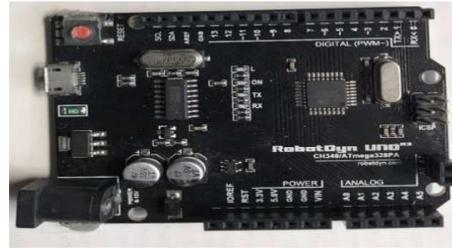
Gambar 2.4 Sensor Jarak HC-SR04

### C. Arduino Uno

Arduino Uno adalah mikrokontroler yang memiliki 14 pin *input/output* yang mana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM, 6 analog *input*, 2 digunakan sebagai *ground*, *crystal* osilator 16 MHz, koneksi USB, *jack power*, kepala ICSP, dan tombol *reset*. Arduino dapat berfungsi sebagai penghubung antara sebuah *board mikrokontroler ATmega 328* dengan komputer menggunakan kabel USB.

Fungsi *arduino* adalah untuk mengembangkan objek interaktif, mengambil masukan dari berbagai *switch* atau sensor, dan mengendalikan berbagai lampu, motor, dan *output* fisik lainnya. Pada pembuatan alat ini arduino uno berfungsi sebagai mikrokontroler yang memproses sensor HC-SR04, LCD, *Buzzer*, Kamera CCD, Kamera *Thermal Imaging* dan juga sebagai *uploader* pada IC ATmega 328.

Sifat *open source* pada *arduino uno* banyak memberikan keuntungan tersendiri untuk digunakan dalam penggunaan arduino uno, karena dengan sifat *open source* komponen yang dipakai tidak hanya tergantung pada satu merk, namun memungkinkan dapat memakai semua komponen yang ada dipasaran. Bahasa pemrograman arduino merupakan bahasa (c) yang sudah disederhanakan bahasa pemrogramannya. Bentuk fisik dari arduino uno dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Arduino Uno

### D. Adaptor

Adaptor adalah sebuah rangkaian elektronika yang bekerja dengan mengubah tegangan AC menjadi DC. Adaptor bisa dikatakan sebagai pengganti baterai/ aki. Jadi dengan adanya alat ini, rangkaian elektronik yang membutuhkan catu daya baterai bisa diganti dengan adaptor. Selain sebagai pengganti baterai, adaptor juga banyak digunakan sebagai pencatu daya dan *charger* baterai.

Dan bentuk dari adaptor dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Adaptor

### E. Kamera CCD (*Charge Coupled Device*)

Kamera CCD suatu alat pencitraan untuk mengkonversikan cahaya menjadi arus listrik yang proporsional (*analog*). Sebuah CCD memiliki lapisan-lapisan filter yang membagi spectrum warna menjadi merah, hijau, biru agar bisa diproses secara digital oleh kamera. Ada 2 macam jenis CCD yaitu rangkaian linier yang digunakan dalam *scanner* datar, *Scanner* adalah sebuah alat pemindai yang berfungsi untuk menduplikat objek layaknya

seperti mesin *fotocopy* ke dalam bentuk digital dan *Scanner Graphic Arts*, serta rangkaian digital yang dipakai dalam *comcorders*, kamera video tidak bergerak, kamera-kamera digital dan *high performance*.

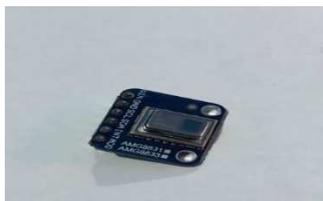
Pada pembuatan alat bantu visual ini penulis menggunakan 2 kamera, yaitu kamera CCD dan kamera *Thermal Imaging*. Bentuk fisik dari kamera CCD dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Kamera CCD

#### F. Kamera *Thermal Imaging*

Kamera *thermal imaging* adalah salah satu metode pendeteksian yang meningkatkan visibilitas objek dalam gelap dengan mendeteksi radiasi inframerah dari benda dan menciptakan gambar berdasarkan informasi tersebut. *Thermal imaging*, *Infrared* dan *Low-Light Imaging* adalah tiga teknologi yang paling sering dipakai dalam penggunaan *night vision*. Berbeda dengan dua metode lainnya, *thermal imaging* bekerja di lingkungan tanpa cahaya, Seperti *near-infrared illumination*, *thermal imaging* dapat menembus benda-benda gas seperti asap dan kabut. Bentuk fisik kamera *thermal imaging* dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Kamera *Thermal Imaging*

#### G. Motor DC

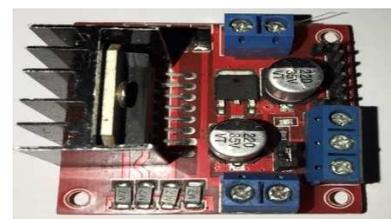
Motor DC adalah suatu perangkat yang mengubah energi listrik menjadi energi kinetik atau Gerakan. Motor DC ini juga dapat disebut sebagai motor arus searah. Seperti namanya, motor DC atau DC motor memiliki dua terminal dan memerlukan tegangan arus searah atau DC untuk dapat menggerakannya. Motor listrik DC ini biasanya digunakan pada perangkat-perangkat elektronik dan listrik yang menggunakan sumber listrik DC seperti Kipas angin, Bor listrik, dan lain-lain. Pada pembuatan alat bantu visual ini penulis menggunakan Motor DC untuk memutarakan baling-baling atau rotor helikopter. Bentuk fisik dari Motor DC dapat dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Motor DC

#### H. Motor *Driver* L298N

Motor *Driver* L298N merupakan module *driver* motor DC yang paling banyak digunakan atau dipakai di dunia elektronika yang berfungsi untuk mengontrol kecepatan serta arah perputaran motor DC. Bentuk fisik dari Motor *Driver* L298N dapat dilihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10 Motor Driven  
L298N

### I. Gear

*Gear* adalah sebutan untuk roda gigi yang berkerja pada suatu mesin yang fungsinya adalah untuk mentransmisikan daya putaran. *Gear* merupakan bagian dari mesin yang bentuk sederhananya bergigi dapat berputar dan biasanya terhubung dengan gear lainnya. Dua buah gear atau lebih yang berkerja bersama-sama akan menghasilkan tenaga mekanis melalui perputarannya merupakan definisi sederhana dari mesin. Pada pembuatan alat bantu visual ini penulis menggunakan *Gear* untuk membuat putaran pada baling-baling atau rotor helikopter. Bentuk fisik dari *Gear* dapat dilihat pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11 *Gear*

### Metodologi Penelitian

Alat ini dirancang untuk memahami prinsip kerja dari rangkaian – rangkaian elektronika yang diperkirakan akan mendukung perancangan. Selain itu, diperlukan juga untuk memahami karakteristik dari komponen – komponen yang digunakan.

Data yang diperlukan, yaitu rangkaian-rangkaian elektronik dan karakteristik yang dimiliki tiap-tiap komponen yang bersumber dari buku, majalah dan internet. Literatur dapat dipinjam melalui perpustakaan umum atau dosen-dosen yang memilikinya. Dari semua data yang terkumpul, dianalisa dengan cara mempertimbangkan kelebihan dan kelemahannya, kemudian dipilih data yang paling mendukung perancangan.

Perancangan sistem dalam bentuk blok diagram, setiap blok mewakili *unit* (rangkaian) yang akan digunakan.

### 1. Langkah-langkah Pemecahan Masalah

Pada alat yang dibuat untuk memecahkan masalah yang timbul, yaitu dengan membuat rancangan alat sesuai dengan teori dan pemilihan modul yang dapat digunakan untuk mengaplikasikan fungsi yang dibuat mengikuti *weather radar* pada pesawat sesungguhnya.

### 2. Langkah – langkah Penelitian

Langkah-langkah penelitian ini dirancang melalui beberapa Langkah berikut :

#### a. Studi Kepustakaan

Penelitian diawali dengan studi kepustakaan berupa data-data literatur dari masing-masing kom-ponen, informasi dari internet dan konsep-konsep teoritis dari buku-buku penunjang, serta materi-materi perkuliahan yang telah didapatkan.

Setiap materi terkait harus dipelajari sampai betul – betul dipahami. Jika ada materi yang sulit dimengerti maka perlu berkonsultasi dengan dosen atau pakar lain yang menguasai materi itu tersebut.

#### b. Pemilihan Bahan

Dalam proses perancangan dan pembuatan simulasi trainer modul ini menggunakan beberapa buah komponen yang saling menunjang dalam proses operasi rangkaian tersebut. Beberapa komponen itu adalah komponen *power supply* diantaranya IC, resistor, kapasitor, dioda, transformator, dan modul/sensor penunjang lainnya.

#### c. Perancangan Sistem dan Rangkaian

Sebagian besar teori dipahami, maka dilanjutkan

dengan perancangan sistem. Perancangan sistem menghasilkan perancangan perangkat lunak berdasarkan teori dan aplikasi dari buku – buku penunjang sehingga dapat dilakukan percobaan langsung percobaan rangkaian.

Rangkaian lengkap hasil perancangan belum tentu berfungsi sesuai dengan yang diinginkan sehingga harus dilakukan uji coba terlebih dahulu. Percobaan dilakukan dengan menggunakan *bread board* agar komponen-komponen yang digunakan tetap utuh. Jika percobaan berhasil dengan baik maka bisa dilanjutkan dengan tahap berikutnya.

- d. Pembuatan *prototype* dan uji fungsi

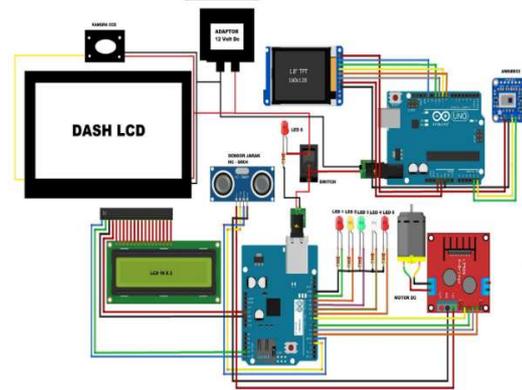
Tahap berikutnya adalah merakit komponen – komponen pada PCB, dan memasang komponen tertentu lainnya pada wadah yang digunakan hingga diperoleh *prototype* yang diinginkan. Jika uji fungsi *prototype* alat telah berhasil dan berfungsi dengan baik, maka bisa dilanjutkan dengan langkah terakhir, yaitu penyempurnaan naskah tugas akhir.

- e. Penyempurnaan naskah tugas akhir

Pada tahapan akhir ini, naskah tugas disempurnakan sesuai dengan hasil perancangan, pembuatan, dan hasil uji fungsi.

### **Schematic Diagram**

*Schematic Diagram* dibuat untuk membaca *wiring* dari satu komponen dengan komponen lainnya, pada pembuatan *schematic diagram* ini penulis menggunakan *software* proteus, *schematic diagram* dapat dilihat pada gambar 4.1



Gambar 4.1 *Schematic Diagram*

### **Prinsip Kerja Schematic Diagram**

Berdasarkan gambar schematic pembuatan alat Bantu Visual Pada Helikopter Untuk Mengetahui Kondisi Tempat pendaratan Darurat ini, adaptor yang digunakan yaitu sebesar 12 volt DC berfungsi sebagai *converter* dari tegangan 220 volt AC yang dihasilkan dari tegangan listrik PLN dirubah menjadi 12 volt DC karena pada rangkaian adaptor terdapat rangkaian *transformator* sebagai penurun tegangan AC dan *diode rectifier* berfungsi merubah tegangan AC menjadi DC.

Dash LCD dan kamera utama CCD sepaket yang mendapatkan arus dari adaptor 12 volt DC, dan terdapat sebuah saklar atau switch dimana switch berfungsi untuk mengaktifkan atau menonaktifkan alat, dan terdapat indicator LED berwarna merah di atas switch yang berfungsi sebagai indicator jika LED menyala, alat sedang berfungsi, dan jika lampu LED mati, berarti alat sedang *non-aktif*. Dan pada alat ini terdapat 2 Arduino, dimana Arduino pertama akan menyuplai ke kamera *Thermal Imaging*, lalu kamera *Thermal Imaging* akan memberikan hasil visual kepada LCD TFT 1.8inch. Dan Arduino ke dua akan menyuplai ke sensor jarak HC-SR04, dimana sensor jarak ini akan menghasilkan jarak yang akan ditampilkan kepada LCD 16x2, lalu

Arduino ke dua juga menyuplai ke 5 LED, dimana masing masing warna Merah, Kuning, Hijau, Putih, dan Merah, dimana warna Merah, Kuning, Hijau sebagai *indicator* jarak. LED warna Putih dan Merah terdapat pada *helikopter*. Arduino uno juga menyepulai kepada Motor Driven L298N dan Motor DC. Dimana Motor Driven L298N ini berfungsi sebagai pengatur kecepatan Motor DC, agar kecepatan Motor DC Stabil saat helikopter turun dan naik.

### Kesimpulan

1. Pada alat dilengkapi dengan kamera *Thermal Imaging* yang mendeteksi suhu berdasarkan pancaran gelombang inframerah yang ditampilkan pada LCD TFT sehingga area kebakaran dapat terdeteksi secara akurat sehingga dapat menentukan area yang aman untuk mendarat.
2. Pada alat bantu pendaratan dipasang alat berupa kamera *Thermal Imaging* yang dipasang di bawa *helikopter* sebagai pendeteksi suhu panas disekitar, yang diproses dengan IC ATmega328 untuk dapat ditampilkan langsung pada LCD yang terpasang pada cockpit.
3. Kamera pada alat ini berfungsi menentukan kondisi lingkungan pendaratan secara visual dan dibantu kamera *Thermal Imaging* untuk menentukan suhu pada lokasi pendaratan, sehingga pendaratan dapat dilakukan secara aman, dengan memilih suhu yang aman pada area sekitar dan dilengkapi juga dengan sensor *ultrasonic* untuk menentukan ketinggian.

### Saran

Saran dari hasil perancangan dan pembuatan alat simulasi ini yaitu:

1. Dapat dikembangkan lagi dengan membuat *helicopter* yang menggunakan RC.
2. Menambahkan sensor pemadam api otomatis, jika diperlukan untuk memadamkan sekitar Helipad.

3. Arduino uno yang digunakan dapat diganti dengan *raspberry-pi* untuk membuat kemampuan memproses *system* yang lebih baik.
4. LCD TFT 1,8 inch dapat diganti dengan LCD TFT yang lebih besar ukuranya untuk membuat gambar atau *display* yang lebih baik lagi.

### Daftar Pustaka

1. Andi Blocher R, *Dasar Elektronika*, Yogyakarta, 2004
2. Andi Offset, *Panduan Praktis belajar Pemrograman C++*, Yogyakarta, 2012.
3. Basuki, *Diktat Kuliah Dasar-Dasar Elektronika*, Banda Aceh, 2009.
4. Budiman Arif, *kamus istilah teknik elektronika*, M2S , Bandung, 2003.
5. Daryanto *Teknik Elektronika*, Satu Nusa, 2010.
6. Erlangga, *Bishop Owen Dasar-dasar Elektronika*, Jakarta, 2004.
7. Heri Andrianto Aan Darmawan, *Arduino Belajar Cepat Dan Pemrograman*, Bandung, 2017.
8. Zam Zamidra Efy, 2002, *Mudah Menguasai Elektronika*, Indah, Surabaya, 2002.
9. Ruswadi, Dedy. *Mengenal Komponen – komponen Elektronika*. Bandung: Pionir Jaya. 2015.
10. <http://www.caratekno.com/2015/06/belajar-mengenal-jenis-lampu-led.html>