

SISTEM PESAWAT TANPA AWAK MENGGUNAKAN KAMERA THERMAL UNTUK MEMBANTU PENCARIAN KORBAN BENCANA ALAM

I Gede Feryanda Frasiska¹, Ir. I Nyoman Budiastara, MKes., MT.², Pratolo Rahardjo, S.T.,M.T.³

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

²Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

³Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

Kampus Bukit Jl. Raya Kampus Unud Jimbaran, Kec. Kuta Sel., Kabupaten Badung,
Bali 80361

feryanda.frasiska1109@gmail.com, budiastara@unud.ac.id

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara yang dipengaruhi oleh dua musim yaitu musim kemarau dan musim hujan. Selain cuaca, bencana alam juga dapat terjadi akibat pola tektonik bumi baik berupa tsunami ataupun gempa bumi. Bencana alam apapun akan berdampak merugikan kepada masyarakat baik secara ekonomi maupun sosial. Runtuhnya bangunan adalah salah satu dampak yang ditimbulkan dari bencana gempa bumi. Banyak korban jiwa atau tertimbun reruntuhan yang disebabkan oleh runtuhnya bangunan akibat oleh gempa bumi. Proses evakuasi korban pasca bencana harus segera dilakukan untuk mengurangi resiko yang ditimbulkan akibat bencana tersebut seperti banyaknya jatuh korban jiwa akibat terlambatnya proses evakuasi. Berdasarkan permasalahan tersebut, peneliti termotivasi menciptakan suatu teknologi inovatif yang dapat membantu tim SAR dalam proses mendeteksi korban dari reruntuhan melalui udara dengan mendeteksi suhu tubuh korban, jumlah korban dan menunjukkan koordinat menuju posisi korban bencana. Alat tersebut bernama DROPBA yaitu Sistem Pesawat Tanpa Awak atau UAV menggunakan kamera thermal untuk membantu pencarian korban bencana alam. Tim SAR yang diam berada pada tenda posko akan mengendalikann DROPBA atau Pesawat Tanpa Awak untuk mendeteksi korban bencana yang berada di reruntuhan, dan memberi informasi dari pesawat menuju kepada tim SAR secara nirkabel berupa bentuk rute menuju posisi tempat korban bencana. Hasil perancangan berupa gambar model 3 dimensi dari alat DROBA dan komponen dan sistem kamera yang digunakan berupa kamera thermal yang terhubung dengan sistem raspberi pi dan pengolahan citra menggunakan Open CV.

Kata Kunci: Bencana Alam, Cuaca, Kamera *Thermal*, UAV

ABSTRACT

In Indonesia, the weather is influenced by seasons, namely the dry season and the rainy season. Apart from weather, natural disasters can also occur due to the earth's tectonic patterns, either in the form of tsunamis or earthquakes. Every natural disaster will have a detrimental impact on society both economically and socially. The impact of a disaster like an earthquake is the collapse of buildings. Collapsed buildings due to earthquakes can leave large numbers of people dead or buried in the rubble. The evacuation process of post-disaster victims must be carried out immediately to reduce the risks posed by the disaster, such as the number of casualties caused by delays in the evacuation process. Based on these problems, researchers are motivated to create a technological innovation that can help the SAR team in the process of detecting victims from debris through the air by detecting the victims body temperature, the number of victims and showing the coordinates of the victim's position. disaster victims. The tool is called DROPBA, which is an Unmanned Aircraft System or UAV that uses thermal cameras to help search for victims of natural disasters. The SAR team at the post will control DROPBA or Unmanned Aircraft to detect disaster victims who are in the wreck, and inform the SAR team information wirelessly in the form of a path to the position of the disaster victim. The design results are in the form of a 3-dimensional model image from the

DROBA tool and the components and camera systems used are a thermal camera connected to the Raspberi pi system and image processing using Open CV.

Keywords: Natural Disasters, Weather, Thermal Camera, UAV

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang hanya dipengaruhi oleh dua musim yaitu musim kemarau dan musim hujan. Selain cuaca, terjadinya bencana alam juga disebabkan oleh akibat pola tektonik bumi baik berupa tsunami ataupun gempa bumi. Bencana alam apapun akan berdampak merugikan kepada masyarakat salah satunya kehilangan anggota keluarga, teman, ataupun sahabat [1].

Dampak yang ditimbulkan dari bencana seperti gempa bumi adalah runtuhnya bangunan. Runtuhnya bangunan adalah salah satu dampak yang ditimbulkan dari bencana gempa bumi. Banyak korban jiwa atau tertimbun reruntuhan yang disebabkan oleh runtuhnya bangunan akibat oleh gempa bumi. Proses evakuasi korban pasca bencana harus segera dilakukan untuk mengurangi resiko yang ditimbulkan akibat bencana tersebut seperti banyaknya jatuh korban jiwa akibat terlambatnya proses evakuasi. Pasca bencana, tim SAR (search and rescue) akan memberikan pertolongan kepada para korban bencana, namun hal ini sangat beresiko bagi keselamatan jiwa mereka sendiri karena lokasi yang mereka tinjau masih sangat berbahaya dan sangat dikhawatirkan terjadi bencana susulan maupun jatuhnya korban jiwa dari tim SAR yang jatuh dan terancam keselamatannya karena tertimpa.

Berdasarkan permasalahan tersebut, peneliti termotivasi menciptakan suatu teknologi inovatif yang dapat membantu tim SAR dalam proses mendeteksi korban dari reruntuhan melalui udara dengan mendeteksi suhu tubuh pada korban dan lingkungan, jumlah korban dan menunjukkan kordinat menuju posisi korban bencana yang disebut dengan DROPBA merupakan Sistem Pesawat Tanpa Awak Menggunakan Kamera Thermal Untuk Membantu Pencarian Korban Bencana Alam.

Tim SAR yang berada pada tenda posko tim SAR akan mengontrol DROPBA atau Pesawat Tanpa Awak untuk mendeteksi korban bencana yang berada di reruntuhan, dan memberi data informasi kepada tim SAR secara jaringan nirkabel dengan data berupa rute menuju tempat posisi korban bencana.

Dari permasalahan diatas, adapun tujuan dan manfaat yang ingin penulis sampaikan mengenai gagasan DROPBA yaitu:

- 1) Mempercepat ditemukannya korban jiwa dengan menggunakan sistem pembacaan temperatur tubuh korban.
- 2) Membantu masyarakat dalam mencari korban di dalam reruntuhan bangunan
- 3) Sistem yang cepat memberikan rute dan kordinat dapat menentukan lokasi dari korban bencana sehingga mudah untuk mengevakuasi.

Manfaat yang ingin penulis capai terdiri dari beberapa hal:

- 1) Dapat membantu tim SAR dalam mencari dan mendeteksi korban bencana.
- 2) Membantu masyarakat menemukan korban secara akurat dan sistematis.
- 3) Memberikan ilmu dan wawasan kepada penulis untuk dapat membantu dalam mengembangkan teknologi dari penulis buat.

2. METODE OPTIMASI

Untuk mendukung karya ilmiah ini, digunakan beberapa teori sebagai berikut.

2.1 UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*)

UAV (Unmanned Aerial Vehicle) atau sering disebut juga pesawat tanpa awak merupakan jenis pesawat terbang yang dikontrol dengan alat sistem kendali jarak jauh menggunakan media gelombang radio[2]. UAV merupakan sistem tanpa awak yang dimana sistemnya dibuat berbasis mekanik elektronka yang dimana dapat melakukan berbagai misi yang juga terprogram dengan karakteristik sebuah mesin terbang dan berfungsi untuk sebuah misi dengan kendali jarak jauh oleh pengguna secara manual ataupun secara otomatis melalui radio kontrol atau mampu mengendalikan dirinya sendiri secara otomatis dengan mengolah data pada sensor wahana.

2.2 *Flight Control Ardupilot Mega (APM)*

Flight Control Ardupilot Mega (APM) merupakan sebuah controller yang memiliki sistem *Autopilot* yang berbasis pada platform Arduino dengan cip atmega. *Ardupilot* dapat digunakan untuk

mengendalikan pesawat *Fixed Wing*, helikopter multi rotor, serta helikopter biasa[3].

Flight Control Ardupilot Mega (APM) ini terdapat mode *autopilot* yang dimana mampu digunakan untuk melakukan stabilisasi secara otonom, navigasi ini berbasis jalur jalan dan telemetri radio dua arah dengan modul nirkabel [4]. Mendukung 8 kanal RC dengan 4 port serial. ArduPilot Mega terdiri dari papan prosesor utama dan cover luar.

2.3 GPS

Global Positioning System (GPS) adalah sistem untuk meletakkan letak di permukaan di bumi dengan bantuan penyelarasan (*synchronization*) Dengan menggunakan Sinyal Pada Satelit atau Sistem Yang dimana digunakan untuk menentukan sebuah posisi di permukaan bumi dengan menggunakan Sinyal Pada Satelit [5]. Sistem ini menggunakan 24 satelit yang mengirimkan sinyal gelombang mikro ke Bumi. Sinyal ini diterima oleh alat penerima dipermukaan, dan digunakan untuk menentukan letak, kecepatan, arah, dan waktu. Sistem yang serupa dengan GPS antara lain Rusia GLONASS, Uni Eropa Galileo, India IRNSS. Sistem ini dikembangkan di Departemen Pertahanan Amerika Serikat, dengan sebutan lengkapnya yaitu GPS (NAVSTAR) adalah nama yang diberikan oleh John Walsh, yang merupakan seorang penemu penting dalam suatu pengembangan program GPS).

GPS-Tracker dapat memungkinkan pengguna untuk dapat melacak posisi suatu armada ataupun mobil, kendaraan dalam keadaan Real-Time. GPS-Tracking juga memanfaatkan Suatu Kombinasi teknologi GSM dan GPS untuk menentukan koordinat sebuah objek, lalu pengguna dapat menerjemahkan dalam bentuk peta digital. sistem ini bekerja menggunakan sejumlah satelit yang sudah berada di orbit bumi, dan sinyal dari satelit ditangkap oleh sebuah alat penerima.

2.4 Kamera Thermal

Suhu tubuh ialah suatu kemampuan tubuh dalam mereproduksi dan membuang jumlah panas ke aera luar dan di pengaruhi oleh faktor dari umur, aktifitas, hormon, dan jenis obat-obat yang dikonsumsi. Suhu tubuh orang dewasa normal berkisar antara 36-37°C[6]. untuk dapat mendeteksi suhu tubuh

dapat menggunakan kamera thermal merupakan suatu perangkat sensor non-kontak yang dapat mendeteksi energi panas atau inframerah dan mengubahnya menjadi energi listrik atau sinyal listrik[7]. Sinyal listrik tersebut kemudian dapat diproses sehingga menghasilkan gambar thermal. Selain itu sinyal tersebut dapat digunakan untuk melakukan perhitungan atau pengukuran suhu tubuh.

2.5 Arduino Mega 2560

Dalam penelitian ini menggunakan ArduinoMega 2560 sebagai controler utama. Arduino mega 2560 merupakan, salah satu *board* mikrokontroler dari *platform* arduino yang berbasis *chip* ATmega2560[7]. *Board* arduino mega memiliki 14 digital *input* dan digital *ouput pin* (dimana 6 *pin* dapat digunakan sebagai *ouput* PWM), 6 *input* analog, 16 MHz oscillator, clock kristal, menggunakan koneksi USB, sumber tegangan menggunakan *jack* dan tombol untuk reset. *Pin* –

pin ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler, hanya terhubung ke komputer dengan kabel SB atau sumber tekanan bisa didapat dari adaptor DC atau baterai[8].

2.6 Radio Kontrol

Radio kontrol atau RC adalah sebuah perangkat yang dimana dapat digunakan untuk mengontrol atau mengendalikan dari pergerakan suatu pesawat UAV[9]. Modul radio

kontrol terdiri dari sistem transmitter dan ada receiver. tombol dan joystick pada sebuah transmitter digunakan untuk mengontrol dan data dikirim menggunakan radio sehingga receiver yang telah terpadang pada awak pesawat akan menangkap sinyal tersebut dan diproses merubahnya menjadi suatu gerakan menggunakan controler yang telah terpasang dan dapat menggerakkan seluruh aktuator.

3. METODOLOGI PENELITIAN

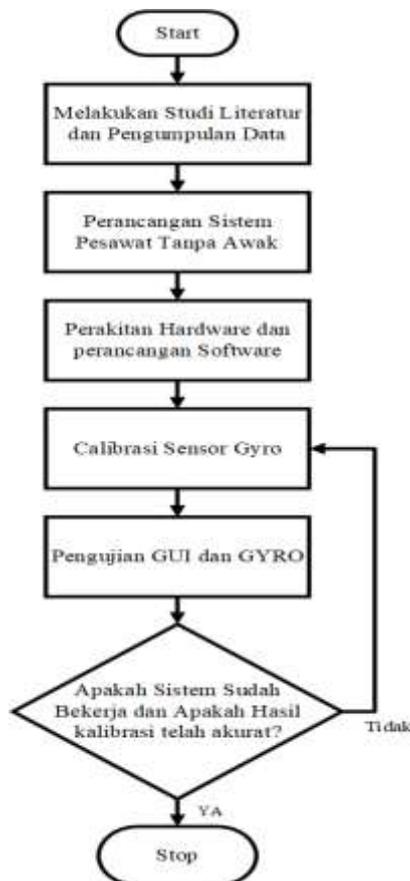
Penelitian dilakukan di Student Center, Kampus Sudirman Universitas Udayana.

Langkah dari perancangan sistem pesawat tanpa awak menggunakan kamera thermal adalah sebagai berikut.

- A. Pengumpulan data sheet spesifikasi dari komponen yang akan digunakan.

- B. Merancang *hardware* dan perangkat lunak sistem pesawat tanpa awak menggunakan kamera thermal.
- C. Perakitan *hardware* dan pembuatan program dari sistem sistem pesawat tanpa awak menggunakan kamera thermal, melakukan perakitan dan penyolderan pada setiap komponen dengan rangkaian dan pengkabelan. Pemrograman Sistem dilakuakn dengan menggunakan Ardupilot Mision planer, Processing IDE dan Arduino IDE.
- D. Melakukan Kaibrasi dan Menguji coba sistem pesawat tanpa awak menggunakan kamera thermal.

Alur langkah peneitian yang dilakukan dap at dilihat pada Gambar 1.

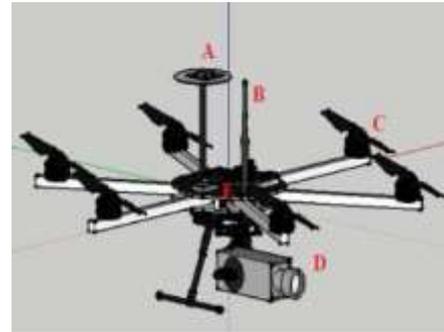


Gambar 1. Diagram Alur Langkah Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

DROPBA (Drone Pendeteksi Korban Bencana Alam) merupakan drone dengan menggunakan kamera thermal untuk mendeteksi suhu tubuh dari korban bencana melalui udara. Nantinya drone ini akan memberikan titik kordinat, rute dan jumlah korban yang ada pada reruntuhan. Gambar 2

menunjukkan desain sistem Instrumen pesawat tanpa awak menggunakan kamera thermal.



Gambar 2. Desain sistem pesawat tanpa awak menggunakan kamera thermal

Keterangan dari desain sistem Instrumen pesawat tanpa awak menggunakan kamera thermal pada gambar 2 dijelaskan sebagai berikut:

A. Module GPS

GPS *Tracking* inilah yang akan berfungsi sebagai pemberian kordinat dan posisi dari korban bencana yang terintegrasi dengan sensor dan kamera *thermmal*.

B. Radio Kontrol

Radio Kontrol digunakan untuk mengontrol UAV dari jarak jauh, hal ini digunakan karena setelah pasca reruntuhan akan sangat fatal akibatnya jika tim penyelamat langsung terjun ke lapangan tanpa mendeteksi terlebih dahulu kordinat dimana korban. Karena bisa saja akan terjadi bencana susulan.

C. Motor DC *Brushlles* dan *Proppeler*

Motor DC *brushlees* digunakan untuk memutar *proppeler* sehingga dapat memberikan daya angkat pada drone

D. Kamera *Thermal*

Digunakan untuk membandingkan data suhu tubuh korban dengan lingkungan, sehingga kita dapat dengan mudah mencari dan menghitung jumlah korban yang berada pada lokasi bencana yang masih tertimbun reruntuhan bangunan dan juga tanah longsor

E. Bagian Internal DROPBA

Bagian internal dari DROPBA ini sama seperti Drone pada umumnya berupa:

1) *Flight control*

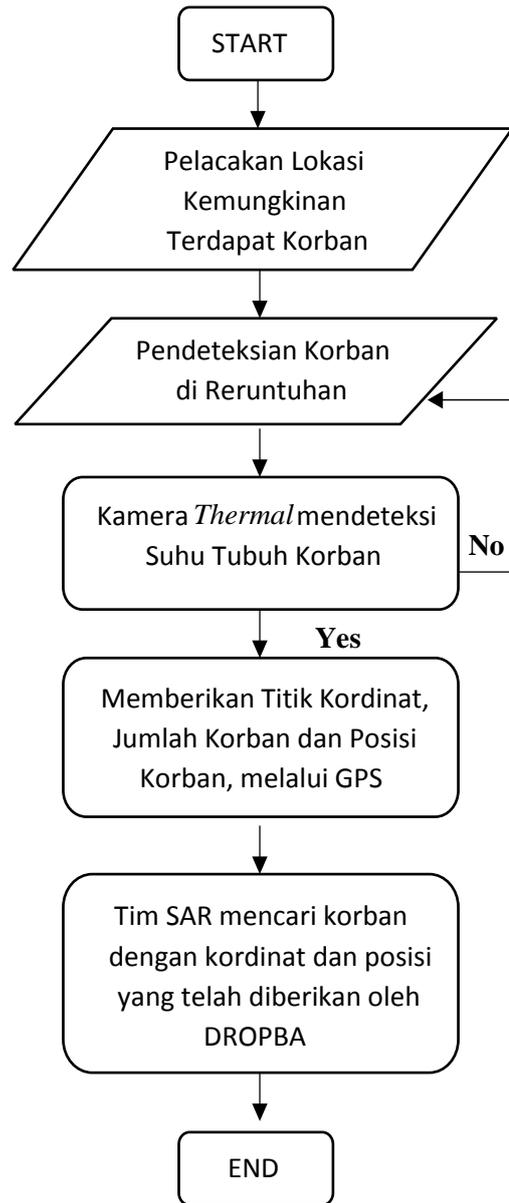
Merupakan pengendali dari drone yang terdapat sensor *gyro* (keseimbangan), kompas dan *acelereo* (kestabilan arah baik sumbu X, Y, Z) yang dapat digunakan sebagai parameter dari drone sehingga pergerakannya dapat stabil.

2) *Electronic Speed Control*

ESC (*Elektronik Speed Control*) digunakan untuk mengatur kecepatan motor agar dapat mengatur *aligment* dari drone 3) *Video Transmitter dan Reciever Video transmitter* ini digunakan untuk merekam *video* dari kamera biasa dan dikirimkan menggunakan *transmitter* dan diterima menggunakan *reciever* lalu ditampilkan pada *layer* dan dikirimkan ke tim penyelamat.

4.1 Fow Chart dari Sistem pesawat tanpa awak

Sistem kerja dari DROPBA yang dirancang dapat dilihat pada diagram alir pada gambar 3.



Gambar 3. Flow Chart Sistem Kerja DROPBA

Proses untuk pendeteksian korban dengan menggunakan kamera thermal untuk dapat mendeteksi korban yang dijadikan sebagai mata robot. Dengan metode yang digunakan pada kamera adalah *Thermal Imaging* yaitu salah satu metode pendeteksian yang dapat meningkatkan visibilitas objek dalam keadaan gelap dengan mendeteksi sinyal radiasi inframerah dari hasil pancara benda dan menciptakan gambar berdasarkan informasi radiasi objek.

Thermal imaging memiliki Cara kerja dimana pada semua pancaran inframerah (panas) pada benda sebagai fungsi penghasil

penentu *temperature* ini yang dikenal atau disebut sebagai *heat-imaging* dimana semakin panas objek maka radiasi yang dihasilkan akan semakin terang. Sebuah kamera *imaginer thermal* pada dasarnya adalah sebuah alat sensor suhu yang mampu mendeteksi perbedaan suhu sampai sekecil apapun.

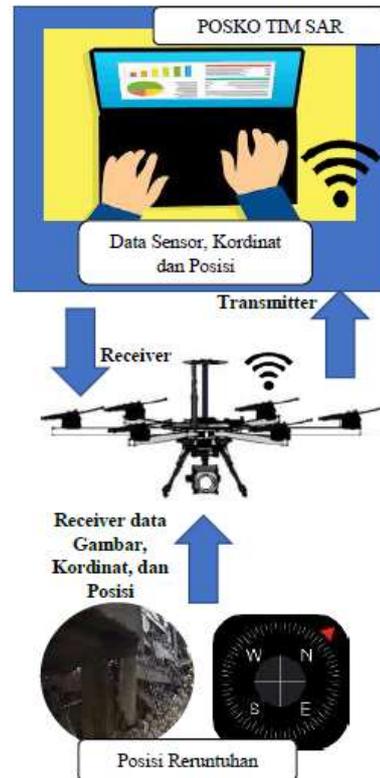
Penggunaan metode *thermal* pada kamera bertujuan agar dalam pengukuran mendapatkan nilai dengan range deteksi suhu tubuh korban yang tertindih oleh reruntuhan, Gambar 4 merupakan imajiner Thermal dari kamera thermal.



Gambar 4. Imaginer Thermal

Robot DROPBA melakukan pencarian korban bencana alam dengan kontrol wireless berfrekuensi 2.4 Ghz. Robot DROPBA dirancang memanfaatkan gelombang radio dengan teknik modulasi yang dapat dikendalikan oleh operator tim penyelamat dari jarak jauh. Robot DROPBA menggunakan kamera Thermal yang dapat berfungsi untuk memberikan sebuah informasi kepada tim penyelamat apakah korban yang tertimbun reruntuhan masih selamat atau sudah meninggal dan sehingga dapat dilakukan penyelamatan secepatnya. robot DROPBA mampu mendeteksi korban pada lokasi bencana yang dimana dengan memanfaatkan sensor-sensor pada kamera dan memberikan suatu informasi data mengenai titik lokasi keberadaan korban, dan mengetahui posisi robot yang mereka kontrol saat mendeteksi korban.

DROBA akan menjureruntuhan dan dikendalikan oleh operator, lalu kamera akan menangkap gambar dan mengirim tangkapan gambar menggunakan radio telemetri ke operator.



Gambar 5. Gambaran Sistem DROPBA

Gambar 5 menunjukkan penjelasan mengenai sistem operasi pada pesawat tanpa awak DROPBA.

4.2 Perancangan Alat dan Sistem dari Pesawat Tanpa Awak

Untuk Pendeteksian panas suhu objek, elemenelemen penyusunnya juga sesuai dapat diklasifikasi dalam sebagai berikut:

Elemen *input* atau masukan dari sistem yang dirancang adalah sebuah perangkat keras yang dimana berupa sebuah sensor atau dapat disebut *transducer* yang berfungsi mengirimkan sinyal informasi yang telah diolahnya kepada menuju prosesor utama (*main processor*) atau kontroler. Tranduser atau Sensor yang digunakan pada perancangan sistem pendeteksian panas ini adalah sensor infrared yang dimana telah dipaketkan pada satu sistem kamera digital.

Kontroler utama menggunakan raspbberri pi 3B hendak digunakan sebagai pengolahan citra untuk mengolah data thermal yang didapatkan. Pengolahan gambar yang mendeteksi panas tubuh, akan dikirimkan melalui modulasi dengan frekuensi 5,8 GHz ke pengguna.

Keluaran (*output*) dari suatu sistem bebrbentu informasi panas tubuh yang dimana akan diolah kemudian sehingga mempermudah dalam membedakan suhu tubuh korban dengan lingkungan sekitarnya. Untuk membedakan suhu lingkungan dengan suhu tubuh manusia, data output akan diolah menggunakan openCV. Pada tabel 1 merupakan justifikasi komponen pada sistem pengolahan citra.

Tabel 1. Penggunaan Komponen

No	Nama Part Komponen	Justifikasi kelompok Penggunaan
1	Kamera dengan type LWIR (<i>Long Wave Infra-Red</i>) FLIR Lepton	Menangkap radiasi panas dari tubuh dan lingkungan serta diproses menjadi citra secara digital, data citra tersebut yang diolah oleh Raspberry pi 3
2	Raspberry type Pi 3 model B	Komputer dengan pemrosesan utama untuk digunakan sebagai pengolahan dan penyimpanan hasil citra digital pada memori yang telah disediakan pada pesawat
3	<i>Software Python Idle dan library OpenCV</i>	Perangkat lunak untuk melakukan pengolahan citra digital berbasis coding sehingga mempermudah dalam melakukan pemetaan korban
4	Laptop dengan spesifikasi Corei3 2,4 Ghz	Laptop sebagai user interface atau tampilan untuk melihat suatu hasil pengolahan dari citra inframerah pada pakaian atau tubuh



Gambar 6. Rancangan Sistem Pengolahan Gambar

Gambar 6 menunjukkan proses pengolahan gambar untuk citra menggunakan program dengan *library* OpenCV pada IDE Python dikonfigurasi untuk menampilkan citra dengan *range* nilai panas yang dinamis untuk menentukan korban keadaan meninggal atau belum, yang sesuai dengan nilai radiasi terendah dan tertinggi yang terbaca kamera.

Untuk perancangan dari *Groundstation TIM SAR* (Tim Penyelamat) menggunakan tampilan GUI (*Graphical User Interface*) untuk mengetahui navigasi dari DROPBA dan titik kordinat drone berupa *Data Logger*.



Gambar 7. Rancangan Sistem GUI DROPBA

Untuk tampilan GUI yang digunakan pada pesawat tanpa awak DROPBA dapat dilihat pada gambar 7. Berikut merupakan keterangan dari tampilan GUI pada Gambar 7 adalah sebagai berikut:

A. Tampilan *Gyroscope*

Pada sistem navigasi ini, tampilan *gyroscope* ini membantu untuk Tim SAR mengetahui kondisi dari posisi dari drone DROPBA, kondisi ini berupa keseimbangan dari drone.

B. Tampilan *Latitude* dan *Longitude*

Pada tampilan *latitude* berfungsi untuk menentukan kordinat geografis pada permukaan bumi dimana berupa garis lintang dari posisi drone dan untuk garis bujurnya adalah fungsi dari *longitude*.

C. Tampilan Kompas

Tampilan kompas ini berfungsi untuk menentukan arah dari posisi drone DROPBA untuk mengetahui posisi utara, timur, selatan dan barat.

D. Tampilan Grafik *Gyro* dan *Accelerometer*

Tampilan grafik *gyro* dan *accelerometer* berfungsi sebagai tampilan dari data hasil keseimbangan dan percepatan drone berupa grafik.

E. Tampilan Data *Logger*

Tampilan pada data *logger* berfungsi sebagai *track record* dari keseluruhan data, baik berupa *gyroscope*, *accelerometer*, kompas, *latitude* dan *longitude* dalam setiap waktu, sehingga mengetahui kejadian yang terjadi setiap waktunya.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian dan pengujian perancangan desain DROPBA Pesawat tanpa awak, maka dapat disimpulkan dari pelaksanaan dan hasil penelitian yaitu:

- 1) Dalam penelitian bentuk desain bentuk pesawat tanpa awak dengan frame menggunakan drone dengan jumlah baling-baling 6 buah dilengkapi dengan flight control, gps, kamera thermal.
- 2) Dalam pengiriman data menggunakan telemetri sehingga data dapat dikirim dari pesawat ke ground control stasion.
- 3) Untuk mendapatkan hasil jarak pemantauan suhu menggunakan kamera thermal sehingga dapat membedakan suhu tubuh dengan suhu lingkungan disekitar korban.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] (2017) BNPB. [Online]. Available: <https://bnpb.go.id/definisi-bencana>
- [2] Hardy Samuel Saroinsonng, Vecky C. Poekoel, Pinrolinvic S.K. "Rancang Bangun Wahana Pesawat Tanpa Awak (*Fixed Wing*) Berbasis Ardupilot". Jurnal Teknik Elektro dan Komputer vol.7 no.1. 2018.
- [3] Erwan Aprilian,"Pengembangan Sistem Pendaratan Otomatis pada Pesawat tanpa Awak" 2017.
- [4] Ardupilot.org, "Antenna Tracker", 2016,<http://ardupilot.org//copter/docs/common--antenna-tracking.html>
- [5] Muhamad Hanif Al Banna,"Development of Antena Tracker Based on Global Positioning System (GPS) for unmanned aerial vehichel (UAV) Communication". 2017
- [6] Mohamad Fernandez, "Sistem Pengukuran Suhu Tubuh Menggunakan Camera Thermal AMG8833 untuk Mengidentifikasi orang sakit" 2020
- [7] Arduino.cc (2019)
- [8] Arduino Founder, Introduction of Arduino, 2016,<https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>.
- [9] Sausan, Syadza. 2017"Robot Pointer sebagai Penunjuk Jalan Tim SAR untuk Mempermudah Pencarian Korban Bencana Gempa".Jurnal Rekeyasa.