

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Data Uji coba

1. Hasil Proses Analisis

Proses analisis data berupa observasi dilakukan pada kelas praktik kendali dan akuisisi data di jurusan Pendidikan Teknik Mekatronika. Hasil dari observasi sebagai berikut:

- a. Mahasiswa hanya di batasi pada tahap akuisisi data dan sangat minim pada penerapan.
- b. Media pembelajaran berupa *trainer* kit sensor masih terbatas pada analog dan digital.
- c. Media pembelajaran masih perlu dikembangkan agar lebih modern dan variatif.
- d. Berdasarkan silabus praktik kendali dan akuisisi data terdapat beberapa point yang perlu difahami oleh mahasiswa seperti materi komunikasi wireless. Komunikasi wireless pada pembahasan tersebut masih dalam kategori *short range*, sehingga Perlu adanya pengetahuan kepada mahasiswa untuk mengakses komunikasi *long range* seperti *telemetry*.
- e. Media pembelajaran ini bertujuan untuk mengenalkan mahasiswa tentang dunia aeromodelling, sekaligus media ini sebagai sarana pembelajaran tentang sistem kerja GPS, kamera dan pengolahan data menggunakan mikrokontroller STM32F103.

2. Hasil Proses Perancangan (*Design*)

a. Komponen utama pada media pembelajaran

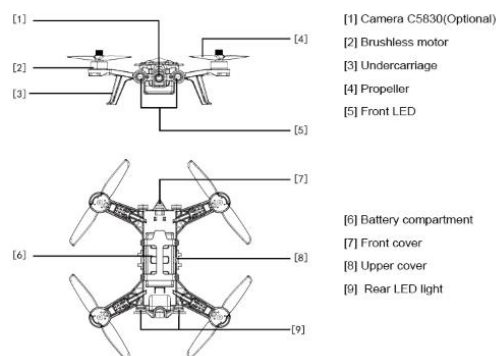
Media pembelajaran *drone* yang di kembangan menggunakan dua buah sensor yaitu GPS dan Kamera, untuk pengolahan data sensor menggunakan mikrokontroller STM32, sedangkan untuk komunikasi data menggunakan telemetry 3D dan *receiver* video. Berikut adalah daftar lengkap komponen yang digunakan:

Table 7. Daftar komponen

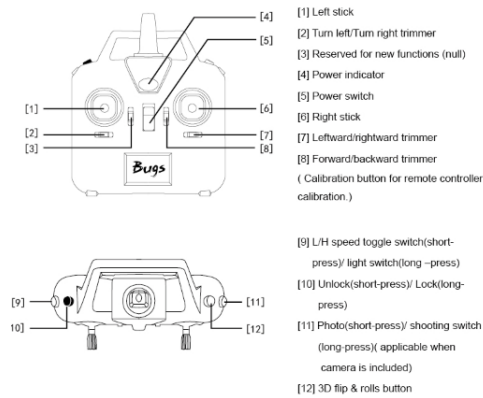
No.	Nama Komponen	Jumlah	Keterangan
1.	STM32F103C8T6	1	<i>Controller</i>
2.	FPV cam	1	Sensor kamera
3.	u-blox m6	1	Sensor GPS
4.	LM7805	1	Regulator <i>step down</i>
5.	Lipo baterai 2S 7.8 Volt DC	1	Catu daya
6.	Telemetry 3DR	1	Komunikasi Serial
7.	<i>Drone</i> MJX Bugs-6	1	Wahana <i>drone</i> UAV

b. Desain *drone* pemantau Gunung berapi

Desain *drone* dan remote *control* pemantau gunung berapi sebagai media pembelajaran akuisisi data dapat dilihat pada gambar berikut.

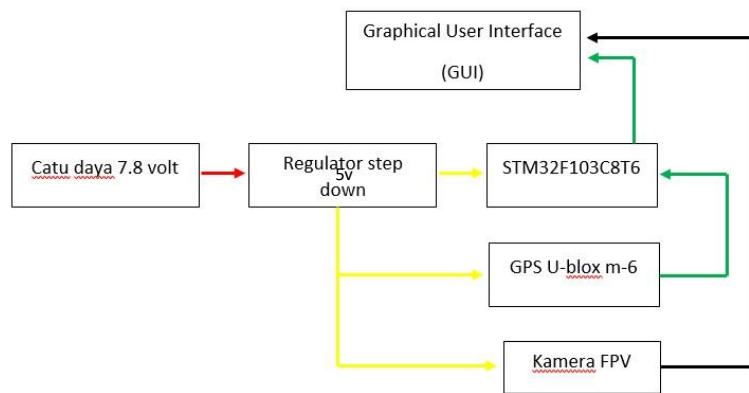


Gambar 13. Desain *drone*



Gambar 14. Desain remote *drone*

c. Diagram blok *drone* pemantau gunung berapi



Gambar 15. Blok diagram

Table 8. jalur diagram blok

Warna	Keterangan
	Jalur catu daya 7.8 volt
	Jalur regulator step down ke 5 volt
	Jalur komunikasi serial
	Jalur <i>transmitter</i> kamera FPV

d. *Software*

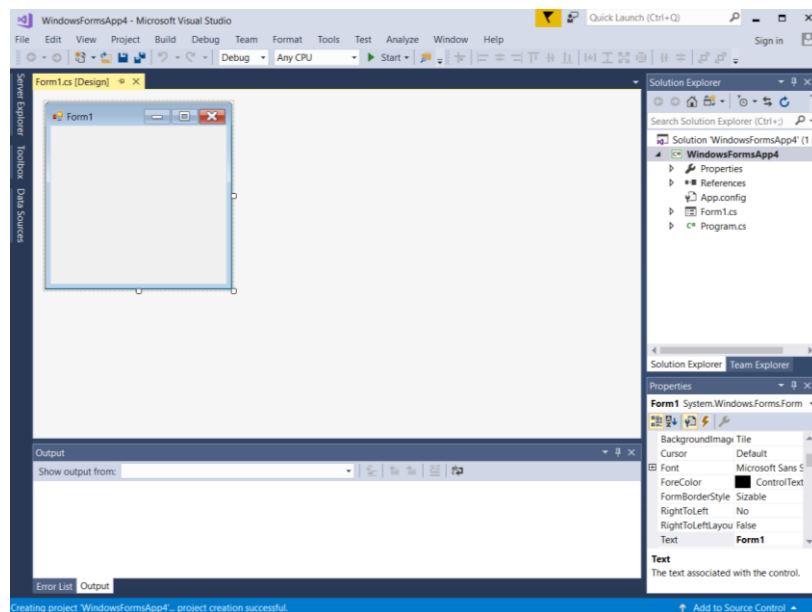
Software yang digunakan untuk mengembangkan media pembelajaran *drone* pemantau gunung berapi yaitu:

- 1) Arduino IDE, digunakan untuk membuat program pada STM32



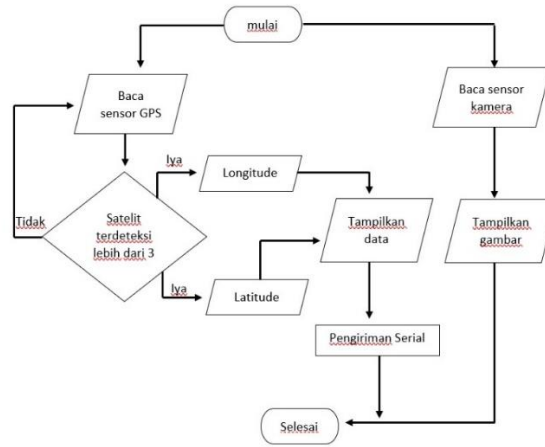
Gambar 16. Interface Arduino IDE

2) Visual Studio 2017, digunakan untuk membuat tampilan *Graphical User Interface*.



Gambar 17. Visual studio

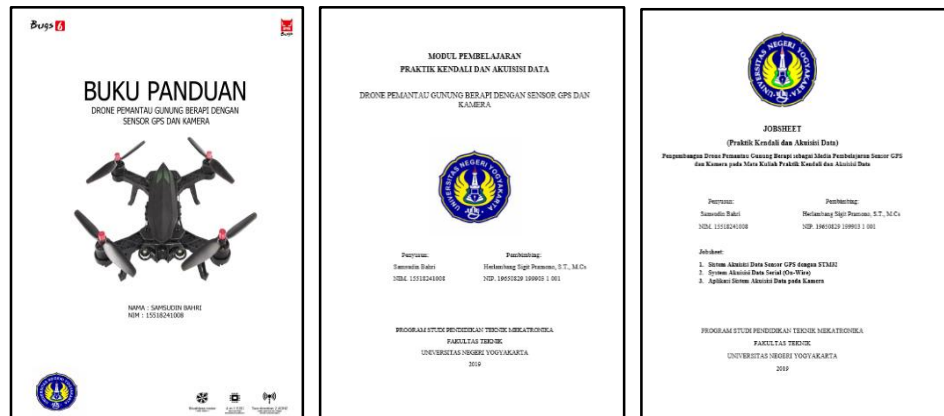
e. Flowchart



Gambar 18. flowchart

f. Rancangan modul, manual book, dan jobsheet

Rancangan modul, manual book, dan jobsheet media pembelajaran drone pemantau gunung berapi dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 19. Desain modul, manual book dan jobsheet

3. Hasil Proses Pengembangan (Development)

a. Pengembangan hardware

Pengembangan media pembelajaran drone pemantau gunung berapi diawali dengan pembuatan payload yang akan di tempatkan pada drone. Pembuatan

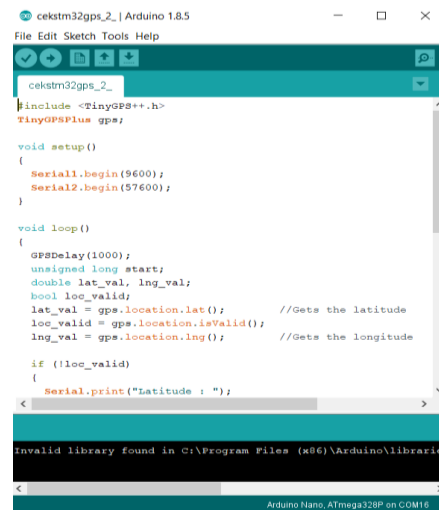
payload menggunakan sensor sensor GPS dan sensor kamera. STM32F103 digunakan untuk mengolah data GPS sedangkan sensor kamera langsung di transmisikan oleh *transmitter* video yang sudah teritegrasi pada kamera FPV. Berikut adalah hasil perakitan *drone* pemantau gunung berapi.



Gambar 20. *Drone* pemantau gunung berapi

b. Pengembangan program *software*

Pengembangan program STM32 menggunakan bantuan *software* Arduino IDE. Program pada STM32 digunakan untuk mengolah data longitude dan latitude dari GPS yang akan dikirim melalui komunikasi serial ke GUI. Hasil pengembangan program Arduino dapat dilihat pada lampiran.

A screenshot of the Arduino IDE interface. The main window displays C++ code for a sketch named 'cekstm32gps_2'. The code includes the 'TinyGPSPlus' library and sets up two serial ports. The loop function reads GPS data and prints the latitude to the serial monitor. The serial monitor at the bottom shows an error message: 'Invalid library found in C:\Program Files (x86)\Arduino\libraries'.

```
cekstm32gps_2 | Arduino 1.8.5
File Edit Sketch Tools Help
cekstm32gps_2
#include <TinyGPS++.h>
TinyGPSPlus gps;

void setup()
{
  Serial1.begin(9600);
  Serial2.begin(57600);
}

void loop()
{
  GPSTDelay(1000);
  unsigned long start;
  double lat_val, lng_val;
  bool loc_valid;
  lat_val = gps.location.lat(); //Gets the latitude
  loc_valid = gps.location.isValid();
  lng_val = gps.location.lng(); //Gets the longitude

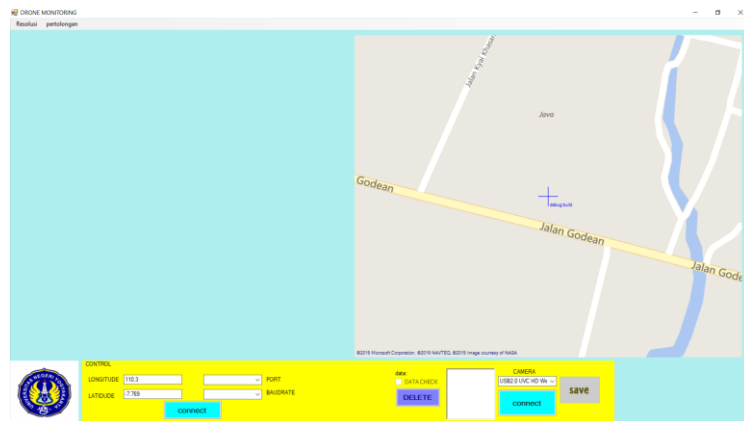
  if (!loc_valid)
  {
    Serial.print("Latitude : ");
  }

Invalid library found in C:\Program Files (x86)\Arduino\libraries
Arduino Nano, ATmega328P on COM16
```

Gambar 21. *Software* Arduino IDE

c. Pengembangan GUI

Pengembangan GUI menggunakan Visual Studio 2017 dengan Bahasa C# sebagai pengolahan data GPS. Data yang dikirim dari STM32 lalu ditampilkan pada peta digital google map. Pengiriman data dari GPS menuju GUI menggunakan komunikasi serial. Informasi yang ditampilkan pada GUI yaitu data longitude, latitude, dan kamera. GUI juga dilengkapi dengan tombol-tombol untuk menyimpan gambar dari kamera. Berikut adalah tampilan GUI yang dikembangkan.



Gambar 22. Desain GUI

d. Pengembangan bahan ajar modul, *jobsheet* dan *manual book*

Modul bahan ajar berisi tentang materi yang mendukung dalam proses belajar mengajar yang ada pada *jobsheet*. Sedangkan pada *jobsheet* berisi langkah-langkah percobaan yang diawali dengan flashing STM32 yang dilanjutkan dengan mengakses sensor GPS, komunikasi serial dan pembuatan GUI. Buku panduan berisi pedoman cara menerbangkan *drone* dan mengoperasikan GUI. Modul, *jobsheet*, dan *manual book* dapat dilihat pada lampiran.

e. Pengujian media

Tahap pengujian media digunakan untuk mengetahui kinerja media pembelajaran telah sesuai dengan rancangan yang telah di tentukan atau belum.

Berikut adalah hasil dari pengujian media:

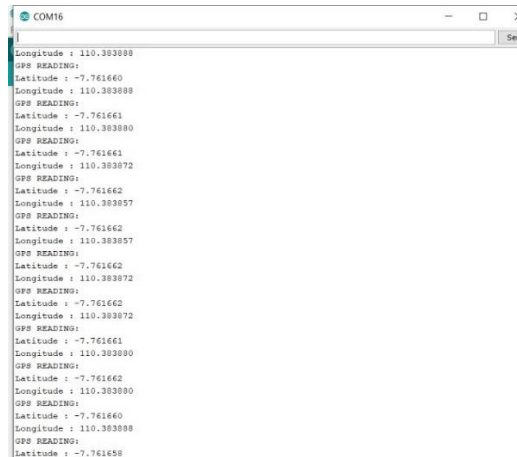
1) Uji *black box*

Tabel 9. Uji *black box*

No.	Pernyataan	Jawaban	
		YA	TIDAK
1	Fungsi <i>drone</i> dapat beroperasi dengan kendali <i>remote control</i>	√	
2	Fungsi sensor GPS	√	
3	Fungsi sensor kamera	√	
4	Fungsi koneksi serial antara <i>drone</i> dengan GUI	√	
5	Fungsi tombol <i>Connect</i>	√	
6	Fungsi tombol <i>Connect</i> pada kamera	√	
7	Fungsi tombol <i>Disconnect</i>	√	
8	Fungsi Map pada GUI	√	
9	Fungsi <i>PictureBox</i> dalam menampilkan gambar	√	
10	Fungsi video <i>transmitter</i>	√	
11	Fungsi video <i>receiver</i>	√	
12	Fungsi <i>Line</i> pada Map	√	
13	Fungsi <i>home point</i> GPS	√	
14	Fungsi GUI secara keseluruhan	√	

2) Pengujian STM32

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui program pengolahan data sensor GPS seperti longitude dan latitude berjalan dengan baik atau belum. Hasil pengujian menggunakan *software* Arduino IDE dapat dilihat sebagai berikut.



Gambar 23. Uji STM32

3) Pengujian Komunikasi Serial dan video trasnmmitter

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui komunikasi serial dan video *transmitter* antara *drone* dengan GUI apakah sudah berjalan dengan baik atau belum. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 24. Pengujian GUI

4) Pengujian pengambilan gambar

Pengujian pengambilan gambar bertujuan untuk mengetahui gambar yang diambil dari video *transmitter* dapat tersimpan atau tidak. File foto yang diambil

akan secara otomatis tersimpan dengan nama koordinat latitude dan longitude GPS. Berikut adalah hasil pengambilan gambar dari *drone*

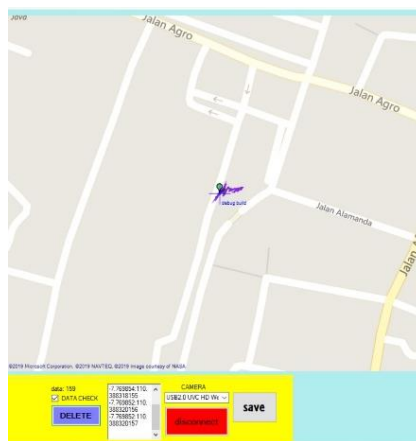


23h-43m-47s_ati--7.769_long-1
10.3

Gambar 25. Pengujian pengambilan gambar

5) Pengujian pembacaan koordinat map

Pembacaan koordinat berupa data longitude dan latitude, dimana longitude menunjukkan garis bujur bumi dan latitude menunjukkan garis lintang bumi. Berikut adalah hasil uji pembacaan koordinat pada map.



Gambar 26. Hasil pembacaan koordinat GPS

4. Hasil proses penerapan (implemtasi)

a. Menyiapkan Pengajar

Pengajar diberikan arahan dalam mengoperasikan wahana *drone* sebagai pemantau gunung berapi. Kemudian menunjukkan materi dan *jobsheet* yang diperlukan untuk menjelaskan peserta didik.

b. Menyiapkan Peserta Didik

Pada tahap ini, peserta didik diberikan pemahaman tentang *drone* pemantau gunung berapi dan pemahaman tentang materi serta *jobsheet* untuk mengetahui cara kerja *drone* pemantau gunung berapi. Tahap selanjutnya adalah implementasi *drone* pemantau gunung berapi sebagai media pembelajaran GPS dan kamera. Hasil proses implementasi media pembelajaran *drone* sebagai pemantau kawasan gunung berapi terbagi menjadi 3 uji, yaitu uji pengiriman data kamera, uji pengiriman data GPS, dan uji pengiriman uji koneksi wifi remote control pada *drone*. Berikut adalah tabel hasil uji *drone*.

Pengambilan data jarak berdasarkan posisi elevasi atau diagonal dari *drone* saat terbang, sedangkan untuk data ketinggian diambil dari *drone* lain yang dilengkapi sensor ketinggian, dan pada saat terbang kedua *drone* berada pada ketinggian yang sama. Berikut adalah hasil pengambilan data kamera pada *drone*

Tabel 10. Uji Pengiriman Data Kamera

No.	Ketinggian (m)	Jarak (meter)	Pengiriman data kamera
1	2	5	Respon lancar
2	3	10	Respon lancar
3	5	15	Video terputus-putus
4	7	20	Video terputus-putus
5	9	25	Video terputus
6	11	30	Video terputus

Tabel 11. Uji Pengiriman Data GPS

No.	Ketinggian (meter)	Jarak (meter)	Pengiriman data GPS
1	2	5	Respon lancar
2	3	10	Respon lancar
3	5	15	Respon lancar
6	11	30	Respon lancar
7	13	35	Respon lancar
8	15	40	Respon lancar
9	17	45	Pengiriman data terputus-putus
10	20	50	Pengiriman data terputus-putus
11	21	55	Pengiriman data terputus-putus
12	22	60	Pengiriman data terputus-putus
13	24	65	Pengiriman data terputus

Fungsi kalibrasi GPS *drone* diperoleh dari perbandingan antara GPS *drone* pada media pembelajaran, dan GPS pada *smartphone*. Manual book GPS m6n menyebutkan bahwa akurasi GPS mencapai 2,5 meter. Acuan koordinat awal selatan lapangan KPLT (-7.768772, 110.388660) . Berikut adalah hasil analisis uji kalibrasi GPS.

Tabel 12. Uji akurasi GPS

No.	GPS	Jarak (m)	koordinat		Selisih		
			Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	m
1	<i>Smartphone</i>	11	-7.768703	110.388519	0.000008	0.000053	0
	<i>GPS drone</i>		-7.768695	110.388572			0
2	<i>Smartphone</i>	24	-7.768654	110.388469	0.000001	0.000042	0
	<i>GPS drone</i>		-7.768655	110.388427			10

Tabel 13. Uji Koneksi *Wifi Remote Control Drone*

No.	Ketinggian (meter)	Jarak (meter)	Koneksi <i>wifi drone</i>
1	2	5	Lancar
2	3	10	Lancar
3	5	15	Lancar
4	7	20	Lancar
5	9	25	Lancar
6	11	30	Lancar
7	13	35	Lancar
8	15	40	Lancar
9	17	45	Lancar
10	20	50	Koneksi terputus-putus
11	21	55	Koneksi terputus-putus
12	22	60	Koneksi terputus-putus
13	24	65	Koneksi terputus-putus
14	24	70	Koneksi terputus

Komunikasi pengiriman data GPS serial dari STM32 mampu mencapai jarak 65 meter dengan ketinggian 24 meter, namun berbeda dengan komunikasi video *drone*. Komunikasi data video melemah pada jarak 15 meter pada ketinggian 5 meter dan terputus pada jarak 25 meter dengan ketinggian 9 meter untuk . Jarak pengiriman data bergantung pada daya pancar dari video *transmitter* yang dalam hal ini adalah kamera FPV pada *drone*. Antenna juga merupakan salah satu faktor yang menentukan kualitas data yang dikirimkan. Antenna memiliki penguatan daya pancar atau gain yang disesuaikan dengan kebutuhan *transmitter* video, sehingga dengan mengubah atau memodifikasi antenna pada FPV dapat mempengaruhi jarak pancar sinyal dari *transmitter* menuju *receiver*, untuk Data koneksi *wifi* pada *drone* terputus dapat jarak 70 meter dengan ketinggian 24 meter dan melemah pada jarak 50 meter dengan ketinggian 20 meter.

Sedangkan untuk data kecepatan *drone* di peroleh dengan membandingkan dua *drone* yang terbang secara bersamaan dengan catatan *drone* yang satunya memiliki alat ukur kecepatan pada *drone*, lalu kedua *drone* di terbangkan secara bersamaan dan sejajar sehingga di dapat data sebagai berikut:

Tabel 14. Kecepatan *Drone*

No.	Posisi joystick remote control (%)	Kecepatan (km/jam)
1	25	14 km/jam
2	50	23 km/jam
3	75	38 km/jam
4	100	42 km/jam

Kecepatan *drone* dengan posisi joystick 25% mencapai 14 km/jam, 50% kecepatan *drone* 23 km/jam, 75% kecepatan *drone* 38 km/jam dan 100% kecepatan *drone* mencapai 42 km/jam. *Top speed drone* berdasarkan *datasheet* sanggup menempuh kecepatan 50km/jam, namun pada kenyataannya *drone* hanya mampu mencapai kecepatan 42 km/jam. Terjadinya perubahan kecepatan pada *drone* dapat dipengaruhi karna faktor alam seperti angin. *Drone* akan mengalami perlambatan apabila melawan arah angin namun akan bertambah jika *drone* bergerak searah angina.

5. Hasil proses evaluasi (*evaluation*)

a. Menentukan kriteria evaluasi

Penentuan kriteria evaluasi bertujuan untuk mengetahui tanggapan, pendapat dan sudut pandang peserta didik mengenai *drone* pemantau gunung berapi dengan sensor GPS dan kamera pada matakuliah praktik kendali dan

akuisisi data. Kriteria evaluasi yang digunakan berupa data kualitatif yaitu saran dan masukan dari pengguna.

b. Menentukan alat evaluasi

Alat evaluasi dalam penelitian ini menggunakan skala *linkert* dengan skala empat pilihan. Hasil dari alat evaluasi akan dijadikan patokan dalam menentukan tingkat kelayakan media.

c. Melakukan perbaikan

Perbaikan akan dilakukan jika telah melakukan validasi oleh ahli media dan ahli materi menggunakan *expert judgment* dan angket yang di nilai oleh pengguna. Patokan yang digunakan untuk melakukan perbaikan adalah saran dan masukan dari ahli media, ahli materi dan pengguna. Berikut adalah hasil validasi ahli media, ahli materi dan pengguna:

1) Uji kelayakan Media

Pengujian media dilakukan oleh 2 ahli. Kedua Ahli tersebut merupakan dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektro UNY. Ahli akan diberikan angket yang berisikan aspek-aspek penilaian media. Para ahli akan memberikan penilaian terhadap media pembelajaran yang dikembangkan, dengan menggunakan metode skala *linkert*. Hasil penilaian dari para ahli dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 15. Uji kelayak media

NO.	Aspek penilaian	No. butir	Ahli 1	Ahli 2
1.	Edukatif	1	4	4
		2	4	3
		3	4	4
		4	4	3
		5	4	4
		6	4	3
		7	4	3
		8	3	4
		9	4	4
2.	Fungsi dan desain	10	4	4
		11	3	4
		12	3	3
		13	4	3
		14	4	4
		15	3	4
		16	3	4
		17	4	3
		18	3	3
3.	Pengoperasian	19	4	3
		20	4	4
		21	3	4
		22	4	3

Tabel 16. Saran dan perbaikan uji media

No.	Ahli media	Saran dan perbaikan
1	Ahli media 1	Komunikasi modul dengan kamera perlu dibuat lebih baik agar tampilan video lebih stabil.
		Perlu cara setting input GPS diluar ruangan agar tampilan data lebih cepat tampil.
2	Ahli media 2	Sebaiknya kompoenen di desain dengan sistem <i>plug and play</i> .
		Editorial pada lampiran.

Penilaian media pembelajaran terbagi atas 3 aspek yaitu aspek edukatif, aspek fungsi dan desain, dan aspek pengoperasian. Semua penilaian berjumlah 22

butir indikator yang dinilai oleh dua ahli media dengan menggunakan skala *linkert* 4 skor. Skor 1 untuk penialan sangat setuju, skor 2 setuju, skor 3 kurang setuju, dan skor 4 sangat tidak setuju.

2) Uji kelayakan materi

Pengujian materi dilakukan oleh 2 ahli. Kedua Ahli merupakan dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektro UNY. Ahli akan diberikan angket yang berisikan aspek-aspek penilaian materi. Para ahli akan memberikan penilaian terhadap media pembelajaran yang dikembangkan, dengan menggunakan metode skala *linkert*. Skala linkert yang pada penelitian ini menggunakan empat penilaian, yaitu: SS (Sangat Setuju), S (Setuju), KS (Kurang Setuju), STS (Sangat Tidak Setuju). Hasil penilaian dari para ahli dapat dilihat pada tabeli berikut:

Tabel 17. Uji materi

No.	Aspek penilaian	No. butir	Ahli 1	Ahli 2
1.	Kualitas isi dan materi	1	3	4
		2	3	4
		3	3	4
		4	4	3
		5	4	3
		6	4	3
		7	4	4
		8	3	4
		9	3	4
		10	3	3
2.	Kualitas pembelajaran	11	3	4
		12	4	4
		13	4	4
		14	3	4
		15	3	4
		16	3	3
		17	4	4

		18	3	4
3.	bahasa	19	4	4
		20	3	3

Tabel 18. Saran dan perbaikan uji materi

No.	Ahli materi	Saran dan perbaikan
1	Ahli materi 1	GUI pada <i>jobsheet 2</i> disempurnakan, diberi keterangan pembuat dll.
		Gambar pada <i>jobsheet</i> yang belum jelas diganti yang lebih jelas.
		Foto pada <i>jobsheet</i> bias diganti ilustrasi yang lebih jelas
2	Ahli materi 2	Gambar skema pada rangkaian dilengkapi dengan tabel koneksi antar komponen.
		Perlu ditambahkan keterangan tentang gambar perlunya menyiapkan rangkaian modul yang digunakan pada modul <i>jobsheet 2</i> dan 3.

Penilaian media pembelajaran dari segi materi terbagi atas 3 aspek yaitu aspek kualitas isi dan materi, aspek kualitas pembelajaran, dan aspek Bahasa. Ketiga aspek terdiri atas 20 butir indikator yang dinilai oleh ahli materi menggunakan skala *linkert*. Penilaian skala *linkert* terdiri atas 4 pilihan yaitu skor 1 untuk sangat setuju, skor 2 setuju, skor tiga kurang setuju, dan skor 4 sangat kurang setuju.

3) Uji pengguna

Uji pengguna dalam penelitian ini melibatkan mahasiswa Pendidikan Teknik Mekatronika. Uji pengguna menggunakan tiga aspek penilaian yaitu isi & tujuan, penggunaan, dan kualitas pembelajaran. Berikut adalah data hasil uji pengguna:

Tabel 19. Uji pengguna

Responden	Aspek		
	Isi dan tujuan	penggunaan	Kualitas pembelajaran
Allamanda Maytri Eka	15	15	22

Rino Prihantoro	17	15	27
Arie Dwi Kusuma	18	17	31
Hermawan Galih M	17	17	29
Wilda Fiqrilila	20	17	29
Rafid Zuhdi N	20	20	32
Devy Larasati	19	18	29
Ma'aruf Wahyu P	20	20	32
Ma'tufful Ikhsari	18	20	28
Dwi Krisnaningrum	17	17	29
Choirul Abdul Jabar M	19	18	30
Nur Kholis M	18	18	30
Aqwa Abdillah	17	19	27
Krisnasiwi Cahyaning	17	19	28
Ema Safitri	15	17	27
Fany Retnaningtyas	17	18	27
M Bregas Bagaskara	19	19	29
Muh Heriyanto	17	17	25
Ikhsan Sahidan	16	16	28

B. Analisis Data

Data yang dianalisis pada penelitian ini berasal dari penilaian ahli media, ahli materi, dan uji kelompok besar.

1. Analisis data kelayakan media

Penilaian kelayakan ahli media diberikan oleh dua dosen ahli media dari jurusan Pendidikan Teknik Elektro UNY. Penilaian aspek media terdiri atas aspek Edukatif, aspek fungsi dan desain, serta aspek pengoperasian. Hasil penilaian ahli media akan diakumulasi dan dibandingkan dengan kelayakan media. Penilaian kelayakan media dapat dilihat pada table berikut.

Tabel 20. analisis data kelayakan media

Kategori penilaian	Aspek edukatif	Aspek fungsi dan desain	Aspek pengoperasian	Jumlah keseluruhan
Sangat layak	$30.6 \leq X$	$30.6 \leq X$	$13.6 \leq X$	$74.8 \leq X$
Layak	$25.2 \leq X < 30.6$	$25.2 \leq X < 30.6$	$11.2 \leq X < 13.6$	$61.6 \leq X < 74.8$
Cukup layak	$19.8 \leq X < 25.2$	$19.8 \leq X < 25.2$	$8.8 \leq X < 11.2$	$48.4 \leq X < 61.6$
kurang layak	$14.4 \leq X < 19.8$	$14.4 \leq X < 19.8$	$6.4 \leq X < 8.8$	$35.2 \leq X < 48.4$
Sangat kurang	$X < 14.4$	$X < 14.4$	$X < 6.4$	$X < 35.2$

Masing-masing aspek memiliki interval yang berbeda pada setiap kategori penilaian. Nilai interval tersebut akan menjadi acuan dalam menentukan kelayakan media. Kategori penilaian sangat layak apabila rerata skor (X) secara keseluruhan pada interval nilai $30.6 \leq X$, penilaian layak apabila rerata skor (X) penilaian keseluruhan masuk pada interval $25.2 \leq X < 30.6$, penilaian cukup layak apabila rerata skor (X) penilaian keseluruhan masuk pada interval $19.8 \leq X < 25.2$, penilaian kurang layak apabila nilai rerata skor (X) keseluruhan masuk pada $14.4 \leq X < 19.8$, sedangkan penilaian sangat kurang rerata skor (X) berada pada interval; $X < 14.4$. Data hasil penilaian ahli media dapat dilihat pada table berikut.

Tabel 21. Hasil penilaian ahli media

No.	Aspek penilaian	Skor maks	Skor min	Nilai rerata tiap aspek	Persentase tiap aspek	kategori
1.	Edukati	36	9	33.5	93.1	Sangat layak
2.	Fungsi dan desain	36	9	31.5	87.5	Sangat layak
3.	pengoperasian	16	4	14.5	90.6	Sangat layak

Hasil	88	22	79.5	90.3	Sangat layak
-------	----	----	------	------	--------------

Berdasarkan data yang diperoleh dari dua ahli media, untuk aspek edukatif nilai rata-rata 33.5 dari skor maksimal 36 dan skor minimal 8, sehingga di dapat persentase sebesar 93.1% dan termasuk dalam kategori sangat layak. Aspek perangkat mendapatkan nilai rata-rata sebanyak 31.5 dari skor maksimal 36 dan skor minimal 9 dengan persentase 87.5 % dan termasuk dalam kategori sangat layak. Aspek pengoperasian mendapatkan skor rata-rata sebanyak 14.5 dari skor maksimal 16 dan skor minimal 4 dengan persentase 90.6% dan termasuk kategori sangat layak. Hasil total dari penilaian ahli media mendapatkan skor maks 88 dan skor min 22 dengan rerata skor 79.5 sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil validasi ahli media masuk dalam kategori sangat layak dengan persentase 90.3%.

2. Data Hasil Uji Validitas Materi

Penilaian hasil validasi materi diberikan oleh dua dosen ahli materi dari Jurusan Pendidikan Teknik Elektro UNY. Masing-masing ahli memberikan penilaian berdasarkan aspek kualitas isi dan materi, aspek kualitas pembelajaran dan aspek bahasa. Hasil penilaian dari beberapa aspek tersebut akan diakumulasikan dan dibandingkan dengan kategori penilaian kelayakan materi. Kategori penilaian kelayakan materi dapat dilihat pada table berikut.

Tabel 22. analisis data kelayakan materi

Kategori penilaian	Interval aspek isi dan materi	Interval aspek pembelajaran	Interval aspek Bahasa	Keseluruhan
Sangat layak	$40.8 \leq X$	$20.4 \leq X$	$6.8 \leq X$	$68 \leq X$
Layak	$33.6 \leq X < 40.8$	$16.8 \leq X < 20.4$	$5.6 \leq X < 6.8$	$56 \leq X < 68$
Cukup layak	$26.4 \leq X < 33.6$	$13.2 \leq X < 16.8$	$4.4 \leq X < 5.6$	$44 \leq X < 56$
Kurang layak	$19.2 \leq X < 26.4$	$9.6 \leq X < 13.2$	$3.2 \leq X < 4.4$	$32 \leq X < 44$
Sangat kurang	$X < 19.2$	$X < 9.6$	$X < 3.2$	$X < 32$

Masing-masing aspek memiliki interval yang berbeda-beda dari setiap penilaian yang di dapat. Nilai interval tersebut akan menjadi acuan dalam menentukan kelayakan materi. Kategori sangat layak apabila rerata nilai (X) berada pada $68 \leq X$, penilaian layak apabila rerata skor (X) berada pada interval $56 \leq X < 68$, penilaian cukup layak apabila rerata skor (X) dengan interval $44 \leq X < 56$, penilaian kurang layak apabila rerata skor (X) berada pada interval $32 \leq X < 44$, dan penilaian sangat kurang apabila rerata nilai (X) pada interval $X < 32$. Data hasil penilaian ahli materi dapat dilihat pada table berikut.

Tabel 23. Hasil penilaian ahli materi

No.	Aspek penilaian	Skor maks	Skor min	Nilai rerata tiap aspek	Persentase tiap aspek	kategori
1.	Kualitas isi dan materi	48	12	42	88.5 %	Sangat layak
2.	Pembelajaran	24	6	21.5	89.6 %	Sangat layak
3.	bahasa	8	2	7	87.5 %	Sangat layak
Hasil		80	20	71	88.8%	Sangat layak

Berdasarkan tabel yang diperoleh, untuk penilaian kualitas isi dan materi mendapatkan nilai rata-rata 42 dari skor maksimal 48 dan skor minimal 12 dan termasuk dalam kategori sangat layak dengan persentase 88.5 %. Aspek pembelajaran mendapatkan nilai rata-rata sebanyak 21.5 dari skor maksimal 24 dan skor minimal 6 dan termasuk kategori sangat layak dengan persentase 89.6 %. Aspek Bahasa mendapatkan nilai rata-rata 7 dari skor maksimal 8 dan skor minimal 2, sehingga memperoleh kategori sangat layak dengan persentase 88,8%. Hasil total penilaian dari ahli materi mendapatkan nilai rata-rata sebanyak 71 dari skor maksimal 80 dan skor minimal 20 sehingga dapat disimpulkan bahwa uji validasi ahli materi masuk dalam kategori sangat layak dengan persentase sebesar 88,8%.

3. Data hasil Uji Pengguna

Uji pengguna dilakukan kepada 19 mahasiswa Prodi Pendidikan Teknik Mekatronika angkatan 2017 yang telah mengikuti mata kuliah praktik kendali dan akuisisi data. Hasil uji yang di dapat akan diakumulasi dan dibandingkan dengan kategori penilaian pengguna. Berikut adalah kategori penilaian pengguna dapat dilihat pada table berikut.

Tabel 24. analisis data kelayakan pengguna

Kategori penilaian	Aspek kualitas isi dan tujuan	Aspek penggunaan	Aspek pembelajaran	Keseluruhan
Sangat layak	$16,8 \leq X$	$16,8 \leq X$	$33 \leq X$	$68 \leq X$
Layak	$13,6 \leq X < 16,8$	$13,6 \leq X < 16,8$	$26 \leq X < 33$	$56 \leq X < 68$

Cukup layak	$10,4 \leq X < 13,6$	$10,4 \leq X < 13,6$	$19 \leq X < 26$	$44 \leq X < 56$
Kurang	$7,2 \leq X < 10,4$	$7,2 \leq X < 10,4$	$12 \leq X < 19$	$32 \leq X < 44$
Sangat kurang	$X < 7,2$	$X < 7,2$	$X < 12$	$X < 32$

Nilai interval diatas merupakan acuan untuk menentukan kategori penilaian terhadap data yang telah diperoleh. Kategori sangat layak apabila skor rerata (X) berada pada interval $68 \leq X$, penilaian layak apabila rerata skor (X) berada pada interval $56 \leq X < 68$, penilaian cukup layak apabila rerata skor (X) berada pada interval $44 \leq X < 56$, penilaian kurang apabila rerata skor (X) berada pada interval $32 \leq X < 44$, dan penilaian sangat kurang apabila rerata skor (X) berada pada interval $X < 32$. Data yang didapat dari hasil uji pengguna dapat dilihat pada table berikut ini.

Tabel 25. Hasil penilaian pengguna

No.	Aspek penilaian	Skor maks	Skor min	Nilai rerata tiap aspek	Persentase tiap aspek	kategori
1.	Kualitas isi dan tujuan	20	4	17,7	88,4 %	Sangat layak
2.	Penggunaan	20	4	17,7	88,7 %	Sangat layak
3.	Pembelajaran	40	5	28,4	70,9%	Layak
hasil		80	20	63,8	79,7 %	Layak

4. Uji Reliabilitas

Data yang sudah di validasi oleh validator akan di uji reliabilitasnya. Uji reliabilitas digunakan pada instrument pengguna. Uji reliabilitas menggunakan rumus alpha dengan bantuan *software* SPSS. Berdasarkan hasil uji reliabilitas,

instrument yang digunakan mendapatkan hasil 0,832 sehingga termasuk dalam kategori reliabilitas tinggi. Hasil perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

C. Kajian Produk

Media pembelajaran *drone* pemantau gunung berapi menggunakan model penelitian ADDIE yang dipopulerkan oleh Lee dan Owens. Media pembelajaran *drone* tersusun atas berbagai macam komponen utama seperti, STM32F103, GPS, kamera FPV. Komponen-komponen tersebut akan dibawa oleh *drone* sebagai acuan dalam menjalankan misi. *Drone* akan dikontrol menggunakan remote *control* dari jarak sampai dengan 350 meter.

Drone pemantau gunung berapi menggunakan beberapa tahap pengujian, seperti uji *black box*, uji validasi oleh ahli media dan ahli materi, dan uji pengguna. Uji *black box* diawali dengan *control drone* menggunakan remote *control* kemudian menunggu sampai GPS terkoneksi dengan satelit., begitu juga dengan kamera FPV. GPS terkoneksi dengan satelit ditandai dengan lampu led warna hijau akan berkedip. Komunikasi *drone* dengan GUI menggunakan telemetry dengan frekuensi 433Mhz. Sedangkan kamera FPV akan terkoneksi dengan video *receiver* secara otomatis saat GUI dijalankan. Setelah mendapatkan koneksi yang stabil *drone* akan mengirimkan data berupa longitude dan latitude ke GUI yang akan ditampilkan langsung pada map digital. Apabila *drone* diterbangkan dengan jarak tertentu maka koordinat longitude dan latitude akan berubah.

Uji validasi oleh ahli media dan ahli materi terdapat beberapa masukan untuk perbaikan, yaitu: (1) Perlu menambahkan rangkaian untuk lebih memahami koneksi antar komponen. (2) Menambah keterangan pada rangkaian pada *jobsheet* 2 dan 3. (3) GUI pada *jobsheet* 2 perlu di sempurnakan. (4) Gambar pada *jobsheet* perlu diganti (5) foto pada *jobsheet* bisa diganti dengan ilustrasi. (6) koneksi modul dengan kamera perlu dibuat agar lebih jelas. (7) perlu memberikan cara mensetting GPS pada *drone* dan GUI. (8) perbaiki kata-kata pada angket.

Setelah melakukan uji validasi ahli media dan ahli materi, selanjutnya adalah uji pengguna. Hasil uji pengguna memberikan saran agar media lebih rapi dalam pengkabelan, menambahkan kamera 360 derajat agar pengamatan lebih mudah, *jobsheet* perlu di cetak lebih baik dan berwarna, dan modul pada *drone* agar lebih ditambah untuk meningkatkan variasi sensor pada *drone*. Saran dari uji pengguna akan dijadikan dikombinasikan dengan hasil validasi oleh ahli media dan ahli materi dan dijadikan patokan untuk meningkatkan media pembelajaran *drone*.

D. Pembahasan Hasil Penelitian

Penelitian pengembangan *drone* sebagai pemantau gunung berapi bertujuan untuk mengetahui unjuk kerja dan tingkat kelayakan media pembelajaran pada mata kuliah praktik kendali dan akuisisi data. Penilaian unjuk kerja *drone* dilakukan menggunakan uji *black box*. Penilaian tingkat kelayakan media menggunakan instrumen angket, yang diujikan oleh ahli media, ahli materi dan pengguna.

Unjuk kerja *drone* pemantau gunung berapi sebagai media pembelajaran yaitu *drone* dapat dikendali menggunakan *remote control* jarak jauh dan dapat menampilkan berupa live streaming video dan koordinat posisi dari *drone*. Uji koneksi video mampu mencapai jarak 20 meter dengan ketinggian 7 meter dan terputus pada jarak 25 meter dengan ketinggian 9 meter. Pengiriman data koordinat GPS mampu menempuh jarak 60 meter dengan ketinggian 22 meter dan terputus pada jarak 65 meter dengan ketinggian 24 meter. koordinat GPS pada *drone* memiliki tingkat akurasi 2,5 meter berdasarkan *datasheet* . Uji akurasi pembacaan GPS perlu dilakukan untuk membuktikan bahwa akurasi pembacaan sesuai atau belum dengan *datasheet*. Setelah dilakukan pengujian pembacaan dengan melakukan perbandingan GPS *smartphone* dan pengukuran secara manual menggunakan meteran, pada jarak 11 meter di dapat selisih koordinat latitude 0.000008 dan longitude 0.000053 dengan selisih jarak sama-sama 1 meter. pengambilan data selanjutnya pada jarak 24 meter didapat selisih koordinat latitude 0.000001 dan longitude 0.000042 dengan selisih jarak pada *smartphone* 14 meter dengan rata-rata akurasi 7,5 meter sedangkan selisih GPS pada *drone* mencapai 4 meter dengan total rata-rata 2,5 meter dan sesuai dengan *datasheet*, hal ini membuktikan pembacaan koordinat pada *drone* lebih akurat dari *smartphone*. Koneksi *wifi remote control* pada *drone* mampu mencapai jarak 65 meter dengan ketinggian 24 meter dan terputus pada jarak 70 meter dengan ketinggian 24 meter. Data kecepatan *drone* mampu mencapai *top speed* 42 km/jam dengan posisi *joystick* atau *throttle* dalam posisi 100%.

Berdasarkan analisis uji validitas ditinjau dari ahli media pada aspek edukatif mendapatkan skor rerata 33,5 dengan persentase 93,1% dan termasuk kategori “Sangat Layak”. Aspek fungsi dan desain mendapatkan skor rerata 31,5 dengan persentase 87,5% dan termasuk dalam kategori “Sangat layak”. Aspek pengoperasian mendapatkan skor rerata 14,5 dengan persentase 90,6% dan termasuk dalam kategori “Sangat Layak”. Secara keseluruhan nilai yang didapat pada penilaian ahli media mendapatkan skor rerata sebanyak 79,5 dengan persentase sebesar 90,3% dan termasuk kategori “Sangat Layak”.

Analisis validasi ditinjau dari ahli materi pada aspek kualitas isi dan materi mendapatkan rerata nilai 42 dengan persentase 88,5% dan termasuk dalam kategori “Sangat Layak”. Aspek penilaian pembelajaran mendapatkan nilai rerata 21,5 dengan persentase 89,6% dengan kategori “Sangat Layak”. Penilaian dari aspek Bahasa mendapatkan skor rerata 7 dengan persentase 88,8% dengan kategori “Sangat Layak”. Nilai keseluruhan penilaian dari ahli materi mendapatkan skor rerata sebesar 71 dengan persentase sebanyak 88,8% dengan kategori “Sangat Layak”.

Penilaian dari uji pengguna pada bagian aspek kualitas isi dan tujuan mendapatkan rerata skor 17,7 dengan persentase 88,4% dengan kategori “Sangat Layak”. Penilaian dari aspek penggunaan mendapatkan nilai rerata 17,7 dengan persentase 88,7% dengan kategori “Sangat Layak”. Penilaian dari aspek pembelajaran mendapatkan rerata skor 63,8 dengan persentase 79,7% dengan kategori “Layak”. Nilai keseluruhan dari penialain uji pengguna mendapatkan skor

rerata sebanyak 63,8 dengan persentase sebanyak 79,7% dengan kategori “Sangat Layak”.