

**MODIFIKASI *DRONE* PENGANGKUT *FIRE BALL*
PEMADAM TITIK API PADA LAHAN GAMBUT**

SKRIPSI

Oleh:

Nicola Ventola Nababan

20.812.0016



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2024**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 3/1/25

Access From (repository.uma.ac.id)3/1/25

MODIFIKASI *DRONE* PENGANGKUT *FIRE BALL* PEMADAM TITIK API PADA LAHAN GAMBUT

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah Satu Syarat untuk Memperoleh

Gelar Sarjana Di Falkultas Teknik

Universitas Medan Area



Oleh:

Nicola Ventola Nababan

20.812.0016

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2024

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 3/1/25


1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)3/1/25

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : Modifikasi *Drone* Pengangkut *Fire Ball* Pemadam Titik
Api Pada Lahan Gambut.
Nama : Nicola Ventola Nababan
NPM : 20.812.0016
Fakultas : Teknik Elektro

Disetujui
Komisi Pembimbing


Muhammad Fadlan Siregar, ST, MT
Pembimbing


Dr. Eng. Supriyanto, ST, MT
Dekan
UNIVERSITAS
MEDAN AREA
FAKULTAS TEKNIK


H. Hobil Satrio, MT, IPM, ASEAN Eng
Ka.Prodi
UNIVERSITAS
MEDAN AREA
DI. TEKNIK ELEKTRONIKA

Tanggal Lulus : 18 September 2024

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.



Medan 18 September 2024



Nicola Ventola Nababan
Nicola Ventola Nababan
NPM. 20.812.0016

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan
dibawah ini :

Nama : Nicola Ventola Nababan
NPM : 20.812.0016
Program Studi : Teknik Elektro
Falkultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada
Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive
Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

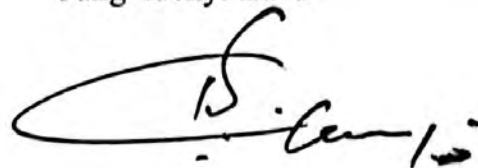
**“Modifikasi Drone Pengangkut Fire Ball Pemadam Titik Api Pada Lahan
Gambut”.**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti
Noneksklusif ini universitas medan area berhak menyimpan,
mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database),
merawat, dan memublikasikan tugas akhir/skripsi saya selama tetap
mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak
Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan

Pada Tanggal : 18 September 2024

Yang menyatakan



(Nicola Ventola Nababan)

ABSTRAK

Kebakaran lahan gambut merupakan masalah serius yang sering terjadi di Indonesia, terutama pada musim kemarau. Kebakaran ini sulit dikendalikan karena sifat lahan gambut yang dapat membara di bawah permukaan tanah, sehingga memerlukan penanganan yang cepat dan efektif. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan memodifikasi drone yang mampu membawa dan melepaskan *fire ball* yang merupakan bahan pemadam, secara tepat pada titik api yang terdeteksi. Modifikasi ini melibatkan penyesuaian pada sistem pengangkutan dan pelepasan muatan drone. Penggunaan *flame sensor* dalam mendeteksi titik api menjadi peran penting sebelum pelepasan *fire ball*, dengan motor *micro servo* sebagai media pengangkut dan menjatuhkan *fire ball* yang diangkut setelah mendapat nilai minimum suhu 25-30°C pada ketinggian 150 cm dari *flame sensor* dengan berat *fire ball* adalah 200 gr. Penggunaan *fire ball* sebagai media pemadaman titik api pada lahan gambut simulasi telah diuji, dengan melakukan pengambilan data terhadap waktu dan luas pemadaman, yang dilakukan dengan mengambil nilai perbandingan data antara *fire ball* dan bahan pemadam konvensional lainnya. Pada percobaan pemadaman menggunakan *fire ball* menghasilkan waktu pemadaman selama 5 *second* dengan luas pemadaman berkisar 300 cm² lebih kecil dan efisien dibandingkan dengan bahan pemadam lainnya seperti air, larutan deterjen dan serbuk kimia dengan waktu pemadaman antara 11, 20 dan 28 *second* dan luas pemadaman sekitar 182 cm², 125 cm² dan 80 cm². Pengangkutan *fire ball* dan bahan pemadam lainnya juga menghasilkan nilai perbandingan pada penggunaan baterai drone dalam melakukan pemadaman, dengan menghitung kapasitas penggunaan baterai sebelum dan sesudah terbang. Penggunaan baterai dalam pengangkutan *fire ball* dalam waktu 8 menit setelah terbang menghasilkan penggunaan baterai sebesar 240 mAH lebih kecil dibandingkan saat pengangkutan air, larutan kimia, dan serbuk kimia dengan kapasitas pemakaian sebesar 330 mAH, 450 mAH dan 450 mAH.

Kata Kunci: Drone, *Fire Ball*, Lahan Gambut, Mikrokontroler

ABSTRACT

Peatland fires are a serious problem that often occur in Indonesia, especially during the dry season. These fires are difficult to control due to the nature of peatland, which can smolder beneath the ground surface, requiring rapid and effective handling. This research aimed to develop and modify a drone capable of carrying and accurately releasing fire balls, which are fire-extinguishing agents, directly at detected fire points. The modification involves adjusting the drone's cargo-carrying and release system. The used of a flame sensor plays a crucial role in detecting fire points before releasing the fire balls, with a micro servo motor acting as the carrier and drop mechanism after a minimum temperature value of 25-30°C is detected at a height of 150 cm from the flame sensor, with the fire ball weighing 200 grams. The use of fire balls as an extinguishing medium for fire points in simulated peatland has been tested by collecting data on time and area of extinguishment, comparing the performance of fire balls with conventional fire-extinguishing materials. In the fire suppression trials using fire balls, the extinguishing time was 5 seconds with an area of 300 cm², smaller and more efficient compared to other extinguishing materials such as water, detergent solution, and chemical powder, which had extinguishing times of 11, 20, and 28 seconds and extinguishing areas of 182 cm², 125 cm², and 80 cm², respectively. The transport of fire balls and other extinguishing materials also yielded comparison values regarding drone battery usage for fire suppression, with battery capacity measured before and after flight. The use of the battery for carrying fire balls after 8 minutes of flight resulted in a battery usage of 240 mAh, which was smaller compared to carrying water, chemical solutions, and chemical powder with usage capacities of 330 mAh, 450 mAh, and 450 mAh, respectively.

Keywords: Drone, Fire Ball, Peatland, Microcontroller



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Pekanbaru, Riau pada tanggal 22 Mei 2002 dari ayah Susanto Nababan dan ibu Sarmauli Manullang. Penulis merupakan anak pertama dari 4 bersaudara. Pada tahun 2020 Penulis lulus dari SMA NEGERI 8 MANDAU dan pada tahun 2020 terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Pada tanggal 20 November 2023 hingga 20 Desember 2023 penulis melakukan praktek kerja lapangan (PKL) di PT. RAZZA PRIMA TRAFKO.



KATA PENGANTAR

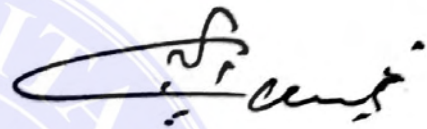
Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala karunia- Nya sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan. Pembuatan alat ini berjudul “Modifikasi Drone Pengangkut Fire Ball Pemadam Titik Api Pada Lahan Gambut”

Dalam penulisan skripsi ini, penulis mendapatkan bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, baik berupa materi, moral dan spiritual. Selayaknya Penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Kedua Orang Tua penulis yang selalu memberikan doa dan dukungan secara moral maupun material.
2. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc, selaku Rektor Universitas Medan Area.
3. Bapak Dr. Eng. Supriatno, ST, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
4. Bapak Ir. Habib Satria, M.T, IPM, ASEAN Eng, selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Medan Area.
5. Bapak M. Fadlan Siregar, S.T, M.T. selaku Dosen Pembimbing dalam penyusunan Tugas Akhir penulis.
6. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Elektro dan Staff Pegawai di Fakultas Teknik Elektro Universitas Medan Area.
7. Rekan-rekan penulis, terkhususnya sahabat seperjuangan Teknik Elektro Angkatan 2020 yang telah memberikan banyak partisipasi, dukungan dan motivasi dalam upaya menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demikesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat baik untuk kalangan pendidikan maupun masyarakat. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

18 September 2024



(Nicola Ventola Nababan)



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
KATA PENGANTAR	viii
Daftar Isi.....	x
Daftar Gambar.....	xiii
Daftar Tabel	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Lahan Gambut (<i>Peat Fire</i>).....	5
2.1.1 Persebaran Lahan Gambut	6
2.1.2 Kerusakan pada Lahan Gambut	7
2.2 Drone	8
2.3 Remote Kontrol Drone	8
2.3.1 Stik Kiri.....	9
2.3.2 Stik Kanan.....	9
2.3.3 Tombol Trim.....	9

2.3.4 Tombol Remote Controller Drone – Landing dan Take Off ..	10
2.3.5 Tombol RTH.....	10
2.4 Kamera Drone	10
2.5 Bola Pemadam Api (<i>Fire Ball</i>).....	11
2.6 Arduino Nano	13
2.7 Sensor Api.....	16
2.8 Motor Micro Servo	17
2.8.1 Struktur dan Komponen Motor Servo.....	18
2.8.2 Prinsip Kerja Motor Micro Servo	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	20
3.1.1 Tempat Penelitian	20
3.1.2 Waktu Penelitian.....	20
3.2 Kebutuhan Komponen <i>Hardware</i> dan <i>Software</i>	21
3.3 Metode Penelitian	21
3.4 Tahapan Penelitian.....	21
3.5 Rangkaian <i>Flame Sensor</i>	24
3.6 Rangkaian Motor Micro Servo	25
3.7 Rangkaian Keseluruhan.....	26
3.8 Desain Drone Pengangkut <i>Fire Ball</i>	27
3.9 Desain <i>Fire Ball</i>	28
3.10 Desain Posisi Mikrokontroler dan <i>Fire Ball</i>	29
3.11 Desain Keseluruhan Drone Pengangkut <i>Fire Ball</i>	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Hasil Modifikasi Drone	31
4.2 Uji Efektifitas <i>Fire Ball</i> dan Bahan Pemadam Konvensional	31
4.3 Efisiensi Penggunaan Baterai	32

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	35
5.1 Kesimpulan.....	35
5.2 Saran.....	35
Daftar Pustaka	36
Lampiran – Lampiran.....	38



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Peta Persebaran Lahan Gambut di Dunia	6
Gambar 2. 2 Drone atau pesawat tanpa awak	8
Gambar 2. 3 Remote Kontrol Drone.....	9
Gambar 2. 4 Kamera Drone.....	11
Gambar 2. 5 Bola Pemadam (Fire Ball)	13
Gambar 2. 6 Arduino Nano	14
Gambar 2. 7 Sensor Api.....	16
Gambar 2. 8 Motor Micro Servo	18
Gambar 3. 1 Flowchart Kerangka Berpikir	22
Gambar 3. 2 Rangkaian Flame Sensor	24
Gambar 3. 3 Rangkaian Motor Micro Servo	25
Gambar 3. 4 Rangkaian Keseluruhan Mikrokontroler	26
Gambar 3. 5 Desain Drone	27
Gambar 3. 6 Desain Fire Ball	28
Gambar 3. 7 Desain Posisi Mikrokontroler	29
Gambar 3. 8 Desain Keseluruhan	30
Gambar 4. 1 Hasil Modifikasi Drone	31
Gambar 4. 2 Grafik Efisiensi Penggunaan Baterai	34

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Waktu Penelitian.....	20
Tabel 3. 2 Perangkat Keras (Hardware)	21
Tabel 3. 3 Spesifikasi Ukuran Drone.....	27
Tabel 4. 1 Uji Efektifitas Fire Ball Dan Bahan Pemadam Konvensional.....	32
Tabel 4. 2 Tabel Efisiensi Penggunaan Baterai	33



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebakaran lahan gambut (*peat fire*) merupakan ancaman serius yang dapat mengakibatkan kerugian besar bagi banyak individu dan memiliki potensi yang signifikan untuk menyebabkan kematian, sehingga perhatian terhadap keselamatan masyarakat menjadi sangat penting. Kejadian kebakaran paling umum disebabkan karena adanya kegiatan pembakaran pada saat pembukaan lahan gambut untuk persiapan lahan, baik itu dilakukan oleh perusahaan maupun masyarakat. Pembukaan lahan ini biasanya dilakukan disaat musim kemarau panjang, dimana intensitas hujan sangat rendah. Alasan utama melakukan pembakaran pada saat melakukan pembukaan lahan adalah karena dengan cara tersebut pekerjaan terbilang mudah, biaya yang diperlukan termasuk murah, dan prosesnya cepat. Gambut (*peat fire*) yang sudah dikeringkan menjadi sangat rentan terhadap api, bahkan dengan sumber api yang kecil sekalipun. Berkurangnya tutupan pohon di lahan gambut, berdampak pada perubahan suhu yang kemudian mempercepat oksidasi tanah gambut. Oksidasi yang melepaskan karbon ke udara membentuk kondisi yang kondusif untuk terjadinya kebakaran. (Abas, 2023)

Kebakaran di lahan gambut dapat berlangsung lama, bahkan sampai berbulan-bulan. Api juga dapat menjalar ke lapisan dalam gambut yang berisi banyak bahan organik seperti daun, cabang, batang pohon, yang menjadi bahan bakar untuk tetap dapat membara di bawah permukaan gambut meskipun di

permukaan gambut api terlihat sudah padam. Dengan demikian, pembakaran lahan pada saat pembukaan lahan dapat memberikan dampak buruk terhadap kondisi biofisik gambut dan dapat menyebabkan terjadinya kebakaran lahan gambut dalam skala yang luas. Dampak dari kebakaran lahan gambut tersebut mengakibatkan terjadinya bencana alam lanjutan yaitu polusi udara. Polusi udara tersebut diakibatkan oleh asap hasil sisa kebakaran pada lahan gambut yang sangat besar. Dengan cakupan asap meliputi wilayah yang luas sehingga menimbulkan bebarapa kerugian terutama pada kesehatan masyarakat serta jarak pandang yang minim akibat asap.

Namun, penanganan kebakaran lahan gambut di Indonesia masih dihadapkan pada sejumlah kendala yang menyebabkan kejadian kebakaran seringkali berujung tragis dan terulang. Kendala-kendala dalam penanggulangan kebakaran tersebut sangat beragam. Salah satunya adalah keterlambatan kedatangan mobil pemadam kebakaran ke tempat kejadian, keterbatasan jumlah mobil pemadam kebakaran, jarak yang jauh dari sumber air, serta kesulitan akses menuju tempat kejadian atau lahan yang sulit dijangkau.

Dengan perkembangan teknologi saat ini drone atau mesin terbang tanpa awak menyerupai pesawat yang dikontrol melalui kendali jarak jauh atau autopilot saat ini mulai populer untuk pengguna secara umum dan luas. Teknologi *multi-tasking* yang awalnya digunakan hanya untuk kepentingan di bidang militer, kini mulai dilirik untuk fungsi-fungsi lain. Fungsi istimewa yang dimiliki drone menyebabkan penggunaannya mulai melebar ke bidang fotografi udara, jurnalisme, hingga riset. Untuk kelas fotografi udara juga sudah sangat beragam jenisnya, mulai dari pengambilan video dan foto, monitoring, hingga penggunaan

untuk sistem informasi geografis (Anshori, 2016).

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan yang dilakukan pada penelitian ini adalah:

1. Sebagai bentuk penerapan Fire Ball pada teknologi drone sebagai alat bantu pemadaman titik api pada lahan gambut (*peat fire*).
2. Pemanfaatan drone sebagai alat pendeteksi keberadaan titik api pada lahan gambut dengan menggunakan sistem mikrokontroler.

1.3 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengembangan yang dilakukan pada drone dengan melakukan modifikasi drone berbasis mikrokontroler pada penelitian ini.
2. Bagaimana efektifitas penggunaan fire ball dalam memadamkan titik api pada lahan gambut dibandingkan dengan metode pemadaman konvensional lainnya?

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang tercakup pada penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini fokus terhadap modifikasi drone dengan kapasitas pengangkutan yang disesuaikan untuk membawa fire ball seberat 200 gr.
2. Jangkauan operasional drone yang hanya mampu menempuh jarak 5 m hingga 7 m.
3. Pengujian dilakukan pada kondisi kering, menyesuaikan kondisi pada musim kemarau saat terjadinya kebakaran lahan gambut.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian tersebut adalah:

1. Memberikan inovasi baru pada sistem penggunaan drone pada pemadaman titik api di lahan gambut (*peat fire*).
2. Pengembangan terhadap penggunaan teknologi fire ball dengan memadukan drone sebagai media pengangkut.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan pada penulisan proposal ini, sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini berisikan terkait latar belakang, rumusan masalah, tujuan penulisan, batasan masalah, manfaat penelitian serta sistematika.

BAB II TUNJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisi mengenai pokok pembahasan dan landasan teori sebagai dasar dari penelitian ini

BAB III METODE PENELITIAN

Berisikan tentang waktu dan pelaksanaan kegiatan penelitian serta metode yang digunakan atau di terapkan dalam tugas akhir ini.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini merupakan hasil dan pembahasan dari penelitian yang dilakukan dengan penempatan data yang telah diteliti.

BAB V SARAN DAN KESIMPULAN

Berisikan kesimpulan dan saran terhadap penelitian tersebut.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Lahan Gambut (*Peat Fire*)

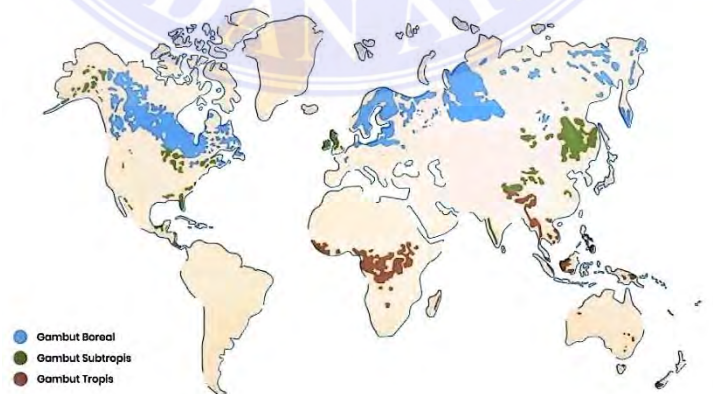
Lahan gambut merupakan suatu ekosistem spesifik yang selalu tergenang air (*waterlogged*) memiliki multi fungsi antara lain fungsi ekonomi, pengatur hidrologi, lingkungan, budaya, dan keragaman hayati. Lahan gambut umumnya disusun oleh sisa- sisa vegetasi yang terakumulasi dalam waktu yang cukup lama dan membentuk tanah gambut. Tanah gambut bersifat rentan perubahan (*fragile*), relatif kurang subur, dan kering tak dapat balik (*irreversible*). Menurut BBSDLP (2012) lahan gambut dapat didefinisikan sebagai lahan yang terbentuk dari penumpukan/akumulasi sisa-sisa tumbuhan yang sebagian belum melapuk, memiliki ketebalan 50 cm atau lebih dan mengandung C-organik sekurang-kurangnya 12% (berat kering) (Fahmuddin, 2014).

Menurut *Soil Survey Staff* (2010) definisi tanah gambut atau *Histosols* adalah tanah yang mempunyai lapisan bahan organik dengan ketebalan >40 cm dengan berat isi (BD) >0,1 g/cm³, atau mempunyai ketebalan >60 cm apabila BD-nya <0,1 g/cm³. Dalam Taksonomi Tanah, tanah gambut diklasifikasikan berdasarkan tingkat dekomposisi atau derajat pelapukan/penghancuran bahan organik, yaitu fibrik (belum melapuk), hemik (setengah melapuk), dan saprik (sudah melapuk). Oleh karena itu *Histosols*, terbagi dalam empat sub-ordo yakni *Folists*, *Fibrists*, *Hemists*, dan *Saprists*. Lahan gambut mempunyai potensi yang terbatas untuk pertanian, sehingga potensi dan kesesuaiannya perlu diketahui secara tepat agar pemanfaatannya lebih tepat dan terarah.

2.1.1 Persebaran Lahan Gambut

Data dari (*Global Environment Centre & Wetlands International* tahun 2008) menunjukkan bahwa luas lahan gambut global adalah 400 juta hektare yang tersebar di kawasan Amerika Utara (45,3% dari total luas lahan gambut global), Asia (36,7%), Eropa (12,4%), Amerika Selatan (4,0%), Afrika (1,4%), dan Australasia (0,2%). Negara-negara yang memiliki lahan gambut paling luas di dunia adalah Rusia, Kanada, Amerika Serikat, dan Indonesia. Luas lahan gambut di negara-negara tersebut apabila digabungkan dapat mencakup 60% dari total luas lahan gambut global.

Sedangkan dari sisi gambut tropis, FAO menyebutkan bahwa luas lahan gambut tropis berkisar 8 persen dari total lahan gambut di dunia. Sebanyak 60 persennya berada di Asia tenggara. Indonesia dengan luasan gambut tropis seluas 13,43 juta hektare menjadi negara dengan kepemilikan luasan gambut tropis terluas di dunia. Lahan gambut di Indonesia tersebar di tiga pulau besar yaitu Sumatera dengan luas gambut 5,8 juta hektare, Kalimantan dengan luas gambut 4,5 juta hektare dan Papua dengan luas gambut 3 juta hektare.



Gambar 2. 1 Peta Persebaran Lahan Gambut di Dunia

Sumber gambar: <https://pantaugambut.id>

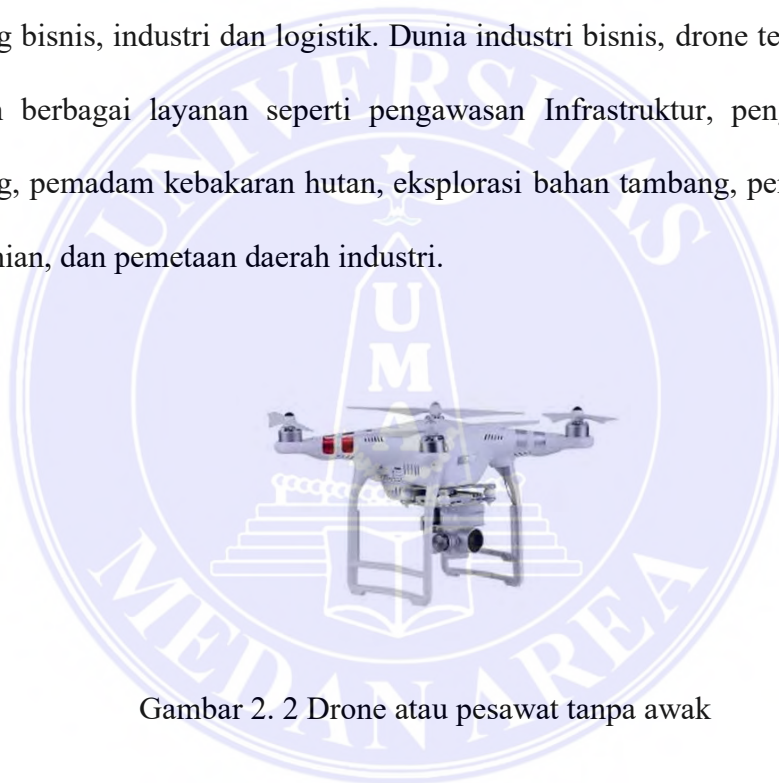
2.1.2 Kerusakan pada Lahan Gambut

Kerusakan lahan gambut diawali dengan proses pembabatan hutan (*land clearing*). Proses selanjutnya adalah pengeringan lahan yang bertujuan untuk mengeluarkan air yang terkandung dalam tanah gambut. Caranya dengan membuat parit atau saluran drainase agar air mengalir keluar. Sistem perladangan berpindah merupakan system yang dilakukan oleh penduduk yang tinggal dikawasan atau pinggir hutan. Pertanian yang mereka lakukan masih sederhana, yaitu dengan cara menebang pohon dan setelah kering dibakar. Tanah tidak diolah, tetapi langsung ditanami. Tanah mereka memanfaatkan hanya 3-4 tahun, kemudian ditinggalkan. Selanjutnya, mereka membuka lahan baru, yang caranya sama dengan sebelumnya. Demikian seterusnya dan biasanya setelah 12-16 tahun mereka kembali ke lokasi yang dibuka pertama. Sebetulnya sistem perladangan berpindah tidak berdampak negatif terhadap lingkungan karena luas yang dibuka sempit dan tidak diolah secara intensif.

Kerusakan hutan akibat bencana alam relatif kecil, kecuali jika terjadi kebakaran hutan karena petir, namun hal ini jarang terjadi. Penyebab kebakaran hutan yang banyak terjadi adalah karena ulah manusia. Bencana alam lainnya, seperti longsor dan badai, biasanya tidak menyebabkan kerusakan hutan yang berarti karena terjadi pada luasan yang terbatas (sempit). Kasus deforestasi yang diakibatkan bencana alam terlihat sangat sedikit. Namun, bencana alam yang disebabkan oleh kerusakan hutan dan berubahnya areal hutan menjadi perkebunan ataupun pertanian, mengakibatkan terjadinya bencana alam banjir sering terjadi. Bencana alam bukan menjadi faktor utama dalam penyebab terjadinya *deforestasi*.

2.2 Drone

Drone merupakan pesawat tanpa pilot. Pesawat ini dikendalikan secara otomatis melalui program komputer yang dirancang, atau melalui kendali jarak jauh dari pilot yang terdapat di dataran atau di kendaraan lainnya. Awalnya UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) merupakan pesawat yang dikendalikan jarak jauh, namun sistem otomatis kini mulai banyak diterapkan. Perkembangan teknologi membuat drone juga mulai banyak diterapkan untuk kebutuhan sipil, terutama di bidang bisnis, industri dan logistik. Dunia industri bisnis, drone telah diterapkan dalam berbagai layanan seperti pengawasan Infrastruktur, pengiriman paket barang, pemadam kebakaran hutan, eksplorasi bahan tambang, pemetaan daerah pertanian, dan pemetaan daerah industri.



Gambar 2. 2 Drone atau pesawat tanpa awak

2.3 Remote Kontrol Drone

Remote controller drone bisa diartikan sebagai perangkat yang dioperasikan oleh pilot drone untuk mengendalikan pesawat drone saat diterbangkan. Remote ini bekerja dengan cara mengirimkan sebuah sinyal radio lewat pemancar atau transmitter. Nantinya, sinyal ini diterima receiver yang ada di pesawat drone. Biasanya, remote controller drone tidak dilengkapi dengan monitor atau layar *First Person View* (FPV) untuk drone konvensional. Bedanya dengan remote

pada drone FPV yang dilengkapi dengan google. Ada lima tombol utama pada remote dan fungsinya yang perlu Anda ketahui berikut ini.



Gambar 2. 3 Remote Kontrol Drone

2.3.1 Stik Kiri

Tombol yang pertama adalah stik di bagian kiri. Fungsi tombol remote controller drone ini ialah mengatur manuver dan gerak drone. Biasanya, gerakan stik kiri ada dua yakni *Yaw* dan *Throttle*. *Yaw* adalah gerakan drone memutar yang searah jarum jam atau berlawanan di sumbu Y. Dengan begitu, dapat melingkar di udara. Sementara *Throttle* untuk gerakan drone naik turun di sumbu X.

2.3.2 Stik Kanan

Stik di bagian kanan, fungsinya sebenarnya cukup sama hanya saja untuk digunakan dalam gerakan pitch dan roll. Pitch merupakan gerakan maju dan mundur saat drone diterbangkan. Roll ialah gerakan berguling atau memiringkan drone ke sisi samping kiri maupun kanan saat berada di udara.

2.3.3 Tombol Trim

Tombol yang ketiga disebut dengan Trim. Adapun fungsi dari Trim ini untuk mengatur keseimbangan drone ketika terbang.

2.3.4 Tombol Remote Controller Drone – Landing dan Take Off

Tombol Landing dan Take Off. Tombol ini wajib ada pada *remote controller* drone. Dengan menekannya, drone otomatis dapat diterbangkan maupun didaratkan. Adanya tombol ini memang sangat membantu bagi para pilot drone, termasuk pengguna pemula hanya dengan sekali tekan tombol saja.

2.3.5 Tombol RTH

Tombol *Return to Home* (RTH). Tombol ini merupakan tombol keamanan untuk memerintahkan drone kembali pada posisi awal ketika *take off*. Keunggulan drone ini adalah sejauh apapun drone diterbangkan, akan kembali ke tempat semula. Hanya saja, untuk menggunakannya Anda perlu melakukan kalibrasi untuk GPS di perangkat drone untuk mengenali arah maupun lokasi.

2.4 Kamera Drone

Kamera drone memungkinkan kita untuk memahami dunia fisik dengan menangkap data udara (fotogrametri) untuk menghasilkan peta yang akurat dan model 3D di sekitar kita. Dengan menganalisis peta dan model pesawat UAV, kita dapat mengambil keputusan yang lebih cepat dan lebih tepat guna meningkatkan efisiensi, meningkatkan keamanan, dan mendorong kinerja. Tidak mengherankan jika penggunaan drone pemetaan terus meningkat di industri termasuk konstruksi, pertanian, survei, pertambangan, dan banyak lagi. Penggunaan drone dalam pemetaan memiliki manfaat yang signifikan. Kamera seri bawaan pada drone dapat membantu dalam proses pemetaan karena biaya drone bisa lebih murah dan kerja pemetaan bisa lebih ringan saat bertemu dengan medan sulit dijangkau.

(Sumber,dorangadget)



Gambar 2. 4 Kamera Drone

2.5 Bola Pemadam Api (*Fire Ball*)

Alat ini biasa disebut *Automatic Fire Extinguisher Ball* atau Bola Pemadam Api. Bola Pemadam Api adalah alat pemadam kebakaran berbentuk bola yang dapat secara otomatis memadamkan api ketika tersentuh nyala api. *Fire Ball* memiliki berat yang lebih ringan daripada APAR. Hal ini memudahkan pengguna dalam memadamkan api.

Cara menggunakan *Fire Ball* jauh lebih mudah daripada penggunaan APAR. *Fire Ball* biasanya dipasang di tempat tertentu atau dilempar ke nyala api. *Fire Ball* menjadi solusi untuk proteksi kebakaran pada area yang minim penjagaan (jarang ditempati). *Fire Ball* sangat dianjurkan dipasang di ruangan penting seperti ruang server, ruang listrik, ruang penyimpanan data, dll. *Fire Ball* (bola pemadam) berisi powder/bubuk kimia. Ketika api menyala dan mengenai bola pemadam, maka bola pemadam akan otomatis meledak dan mengeluarkan isinya untuk memadamkan api.

Bola pemadam sangat aman untuk digunakan. Dengan menggunakan bola pemadam, kita tidak perlu berada dekat dengan area kebakaran. Ketika melihat kobaran api yang muncul di suatu titik, kita dapat melemparkan fire ball tanpa

harus terlalu berdekatan dengan kobaran api kebakaran yang menyala. *Fire ball* juga tidak memerlukan adanya manometer untuk menunjukkan tekanan dalam alat pemadam, sehingga tidak perlu melakukan pengecekan rutin seperti tabung APAR.

Fire Ball termasuk alat pemadam otomatis yang dapat memadamkan api tanpa bantuan manusia. Alat pemadam ini menjadi solusi untuk Anda yang khawatir dan takut ketika menggunakan tabung APAR. Dibandingkan dengan APAR, *fire ball* lebih praktis dan mudah dalam penggunaannya. *Fire ball* mampu memadamkan api dalam hitungan detik. Api kebakaran sangat mudah menyebar maka dibutuhkan alat pemadam yang dapat memadamkan api dengan cepat juga.

2.4.1 Spesifikasi Bola Pemadam Api (*Fire Ball*)

Adapun spesifikasi yang dimiliki oleh bola pemadam (*Fire Ball*) tersebut adalah:

1. Ringan hanya 1,3 kg, bentuk bola bahkan lama dan dapat digunakan dengan mudah.
2. Selama hanya menggulung untuk menembakkan adegan/mengatur di tempat-tempat yang mudah terbakar, seperti kotak listrik, tabung gas, barang-barang kimia yang mudah terbakar di pabrik, pusat perbelanjaan, pom bensin, hotel, bahkan di dalam mobil.
3. Tersentuh selama 3-5 detik dengan api mencapai 70 derajat bola pemadam tersebut akan secara otomatis memadamkan api secara efektif dan cepat. Tidak perlu dekat dengan api utk memadamkan api lagi.
4. Bola pemadam terbuat dari bahan yang sepenuhnya tidak berbahaya bagi lingkungan dan aman bagi pengguna karena kekuatan meledak

telah dihitung secara akurat untuk disetujui aman.



Gambar 2. 5 Bola Pemadam (*Fire Ball*)

2.6 Arduino Nano

Arduino Nano adalah papan kecil papan mikrokontroler *open-source* dan papan tunggal berbasis teknologi *Microchip ATmega328P* yang dirilis pada tahun 2008. Ini menawarkan konektivitas dan spesifikasi papan Arduino Uno yang sama dalam faktor bentuk yang lebih kecil.

Arduino Nano dilengkapi dengan 30 header I/O jantan, dalam konfigurasi seperti DIP-30, yang dapat diprogram menggunakan lingkungan pengembangan terintegrasi Perangkat Lunak Arduino (IDE), yang umum untuk semua papan Arduino dan berjalan baik online maupun luring. Papan dapat ditenagai melalui kabel mini-USB tipe-B atau dari 9 baterai V.

Arduino Nano memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, Arduino lain, atau mikrokontroler lainnya. ATmega328 menyediakan komunikasi serial UART TTL (5V), yang tersedia pada pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). Sebuah FTDI FT232RL di board menyalurkan komunikasi serial ini melalui USB dan driver FTDI (disertakan dengan perangkat lunak Arduino) menyediakan *port com virtual* ke perangkat lunak di komputer. Perangkat lunak Arduino mencakup monitor serial yang memungkinkan data tekstual sederhana dikirim ke

dan dari papan Arduino. LED RX dan TX di papan akan berkedip saat data sedang dikirim melalui chip FTDI dan koneksi USB ke komputer (tetapi tidak untuk komunikasi serial pada pin 0 dan 1). Pustaka *SoftwareSerial* memungkinkan komunikasi serial pada salah satu pin digital Nano. ATmega328 juga mendukung komunikasi I2C dan SPI. Perangkat lunak Arduino menyertakan perpustakaan *Wire* untuk menyederhanakan penggunaan bus I2C



Gambar 2. 6 Arduino Nano

2.5.1 Komponen Arduino Nano

Seperti yang sudah disinggung sebelumnya, Arduino memiliki beberapa komponen yang penting di dalamnya. Berikut ini adalah penjelasan dari masing-masing komponen Arduino:

1. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah chip yang memungkinkan kamu memprogram Arduino dan memproses output berdasarkan input yang diberikan. Singkatnya, mikrokontroler ini adalah otak dari Arduino. Ada banyak jenis chip yang digunakan tergantung dari jenis Arduino-nya.

2. Pin

Pin ini digunakan untuk menghubungkan Arduino dengan berbagai komponen yang akan digunakan.

Dalam Arduino ada dua jenis pin, yakni pin analog dan pin digital.

a. Pin Digital

Pin ini dapat menerima atau mengirim sinyal digital. Digital berarti sinyal yang diterima atau dikirimkan akan bernilai 1 atau 0 alias HIGH atau LOW. Kebanyakan perangkat Arduino memiliki 14 pin input output digital.

b. Pin Analog

Pin analog pada arduino adalah pin yang digunakan untuk menerima input analog. Ia dapat menerima tegangan analog dari 0V sampai dengan 5V. Umumnya, setiap jenis Arduino memiliki setidaknya satu pin analog. Setiap pin pada Arduino biasanya dapat dikonfigurasi ke dalam dua mode, yaitu input dan output. Pada mode input, pin akan diatur untuk dapat menerima sinyal input. Sama halnya pada mode output, pin akan diatur untuk mengirimkan sinyal.

3. Konektor

Arduino memiliki 2 konektor yang cukup penting. Dimana keduanya memiliki fungsi dan perannya, yaitu:

a. Power Konektor

Power Konektor digunakan untuk mengalirkan daya ke Arduino, yang diperlukan untuk mengaktifkannya dan juga untuk mengoperasikan perangkat tambahan yang terhubung, seperti sensor dan layar monitor.

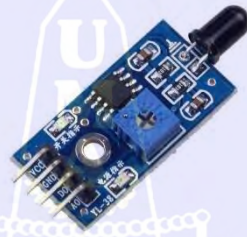
b. Serial konektor

Serial Konektor digunakan untuk menghubungkan Arduino dengan perangkatmu seperti komputer atau laptop. Konektor ini menggunakan port USB standar pada Arduino. Selain itu, konektor ini

juga dapat digunakan sebagai power konektor. Namun, serial konektor hanya diimplementasikan pada perangkat Arduino yang lebih baru.

2.7 Sensor Api

Sensor api merupakan salah satu alat instrumen berupa sensor yang dapat mendeteksi frekuensi api dalam proses pembakaran. Sensor ini mampu berkerja dengan baik untuk menangkap nyala api dalam mencegah kebakaran. Sensor ini juga mampu mendeteksi nyala api dan mengubah representasinya menjadi besaran analog. Sensor api berbeda dengan sensor panas, dimana pada sensor panas parameter yang diukur adalah temperatur, sedangkan pada sensor api yang dideteksi adalah nyala api seperti pada gambar 2.6. (Fatkhur, 2020)



Gambar 2. 7 Sensor Api

2.6.1 Struktur dan Komponen Utama pada Sensor Api

Adapun struktur dan komponen utama pada sensor api, adalah:

1. *Photodiode* atau *Phototransistor*: Komponen ini adalah sensor cahaya yang digunakan untuk mendeteksi radiasi cahaya inframerah yang dihasilkan oleh nyala api. Biasanya, *flame sensor* menggunakan photodiode atau phototransistor yang sensitif terhadap spektrum cahaya inframerah.
2. Filter *Lens*: Lensa filter ditempatkan di depan *photodiode* atau phototransistor untuk memfokuskan dan mengarahkan cahaya inframerah

ke sensor. Lensa ini juga dapat membantu memfilter cahaya ambient atau sumber cahaya lain yang tidak relevan.

3. *Preamplifier*: Sinyal yang dihasilkan oleh *photodiode* atau *phototransistor* sangat kecil, sehingga *flame sensor* sering dilengkapi dengan *preamplifier* untuk memperkuat sinyal tersebut sebelum diolah lebih lanjut.
4. Komparator atau *Output Driver*: Bagian ini bertanggung jawab untuk membandingkan sinyal yang diterima dari *photodiode* atau *phototransistor* dengan ambang batas yang telah ditentukan. Ketika nyala api terdeteksi, komparator akan menghasilkan output yang sesuai, seperti sinyal digital (HIGH atau LOW) atau analog yang dapat diinterpretasikan oleh mikrokontroler atau sistem kontrol lainnya.
5. *Adjustable Sensitivity*: Beberapa jenis flame sensor memiliki potensiometer atau fitur lain yang memungkinkan pengguna untuk menyesuaikan sensitivitas sensor terhadap radiasi inframerah. Ini memungkinkan sensor untuk lebih tepat dalam mendeteksi nyala api dalam berbagai kondisi lingkungan.

2.8 Motor Micro Servo

Motor servo merupakan perangkat atau aktuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol feedback loop tertutup (*close loop*), sehingga dapat memastikan dan menentukan posisi sudut dari poros output motor. Daya yang dimiliki motor servo bervariasi, mulai beberapa watt sampai ratusan watt. Motor servo digunakan untuk berbagai keperluan seperti sistem pelacakan, peralatan mesin dan lain sebagainya. Motor servo dibagi menjadi dua, yaitu motor servo AC dan DC. Motor servo DC lebih cocok digunakan pada aplikasi yang

lebih kecil, sedangkan motor servo AC cocok digunakan untuk berbagai mesin industri. Hal ini dikarenakan motor servo AC bisa menangani arus yang lebih tinggi atau beban berat. Motor servo AC dibagi menjadi dua tipe, yaitu 2 phase (untuk aplikasi berdaya rendah) dan 3 phase (untuk aplikasi berdaya tinggi). Motor servo dibangun dengan presisi dan akurasi agar dapat memberikan pengguna kebebasan dalam mengaturnya sehingga membuat motor servo sangat terkontrol.

Motor servo dikendalikan dengan memberikan *Pulse Wide Modulation / PWM* melalui kabel kontrol. Durasi "denyut" (pulse) yang diberikan akan menentukan posisi sudut putaran dari poros motor servo. Poros motor servo akan bergerak dan bertahan di posisi yang telah diperintahkan ketika durasi "denyut"nya telah diberikan. Motor servo akan mencoba menahan atau melawan dengan besarnya kekuatan torsi yang dimilikinya apabila ada yang mencoba memutar atau mengubah posisi tersebut. Posisi motor servo tidak akan seterusnya diam saja karena sinyal "denyut"nya harus diulang setiap 20 ms (mili second) untuk menginstruksikan agar tetap pada posisinya.



Gambar 2. 8 Motor Micro Servo

2.8.1 Struktur dan Komponen Motor Servo

Adapun struktur dan komponen dari motor servo adalah:

1. Motor DC: Motor servo pada dasarnya adalah motor DC (*Direct*

Current) yang dikontrol dengan cara khusus untuk menghasilkan gerakan yang presisi dan terukur.

2. Poros dan Gears: Motor servo dilengkapi dengan poros yang dapat berputar dan serangkaian gigi (*gears*) internal yang memungkinkan konversi gerakan motor menjadi gerakan linier atau sudut pada poros keluaran.
3. Pengendali Elektronik: Di dalam motor servo terdapat pengendali elektronik (*driver*) yang mendapatkan sinyal kontrol dari mikrokontroler atau sistem kontrol lainnya. Pengendali ini mengatur posisi akhir motor sesuai dengan sinyal yang diberikan.

2.8.2 Prinsip Kerja Motor Micro Servo

1. Umpan Balik (*Feedback*): Motor servo sering kali dilengkapi dengan potensiometer yang terhubung dengan poros keluaran. Potensiometer ini memberikan umpan balik (*feedback*) tentang posisi aktual motor. Hal ini memungkinkan servo untuk mengoreksi posisi jika terjadi deviasi dari perintah yang diberikan.
2. Pengaturan Sudut: Motor servo memiliki kemampuan untuk diatur ke sudut tertentu, biasanya dari 0 derajat hingga 180 derajat, tergantung pada desain spesifik motor servo. Beberapa model servo juga dapat melakukan rotasi kontinu dalam satu arah tertentu.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

3.1.1 Tempat Penelitian

Adapun tempat penelitian dalam melakukan perancangan alat Modifikasi *Drone* Pengangkut *Fire Ball* Pemadam Titik Api Pada Lahan Gambut ini, yaitu dilaksanakan di:

1. Nama Tempat : CV. LIDARPA ELECTRIC
2. Alamat : Jl. Sidomulyo, Desa Hutan, Kec. Percut Sei Tuan, Kab. Deli Serdang, Sumatra Utara.

3.1.2 Waktu Penelitian

Waktu penelitian yang diperlukan dalam melakukan penelitian ini kurang lebih tiga bulan. Hal ini dapat ditunjukkan dalam tabel 3.1 berikut.

Tabel 3. 1 Waktu Penelitian

No	Nama Kegiatan	Bulan Ke											
		I				II				III			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Persiapan Alat dan Bahan												
2	Perancangan Alat												
3	Pembuatan Sistem Mekanik Alat												
4	Pemasangan Komponen rangkaian alat												
5	Melakukan Pengujian Alat												
6	Penyusunan Laporan Proposal Skripsi												

3.2 Kebutuhan Komponen *Hardware* dan *Software*

Dalam Perancangan alat ini, diperlukan beberapa alat dan bahan untuk merakit alat tersebut hingga dapat tercipta sesuai dengan apa yang diinginkan. Kebutuhan dalam penelitian ini meliputi perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) yang digunakan. Spesifikasi perangkat lunak dan perangkat keras yang digunakan dalam uji coba antara lain:

1. Perangkat Keras (*Hardware*)

Tabel 3. 2 Perangkat Keras (*Hardware*)

No	Alat dan Bahan	Unit	Spesifikasi
1	Drone	1 Unit	Type 85(L)
2	Remote Control	1 Unit	RC FOUR AXIS
3	Bola Pemadam	1 Unit	Fire Ball
4	Arduino	1 Unit	Arduino Uno
5	Sensor Api	1 Unit	Flame Sensor
6	Motor Servo	1 Unit	Micro Servo
7	Smartphone	1 Unit	Android/ios

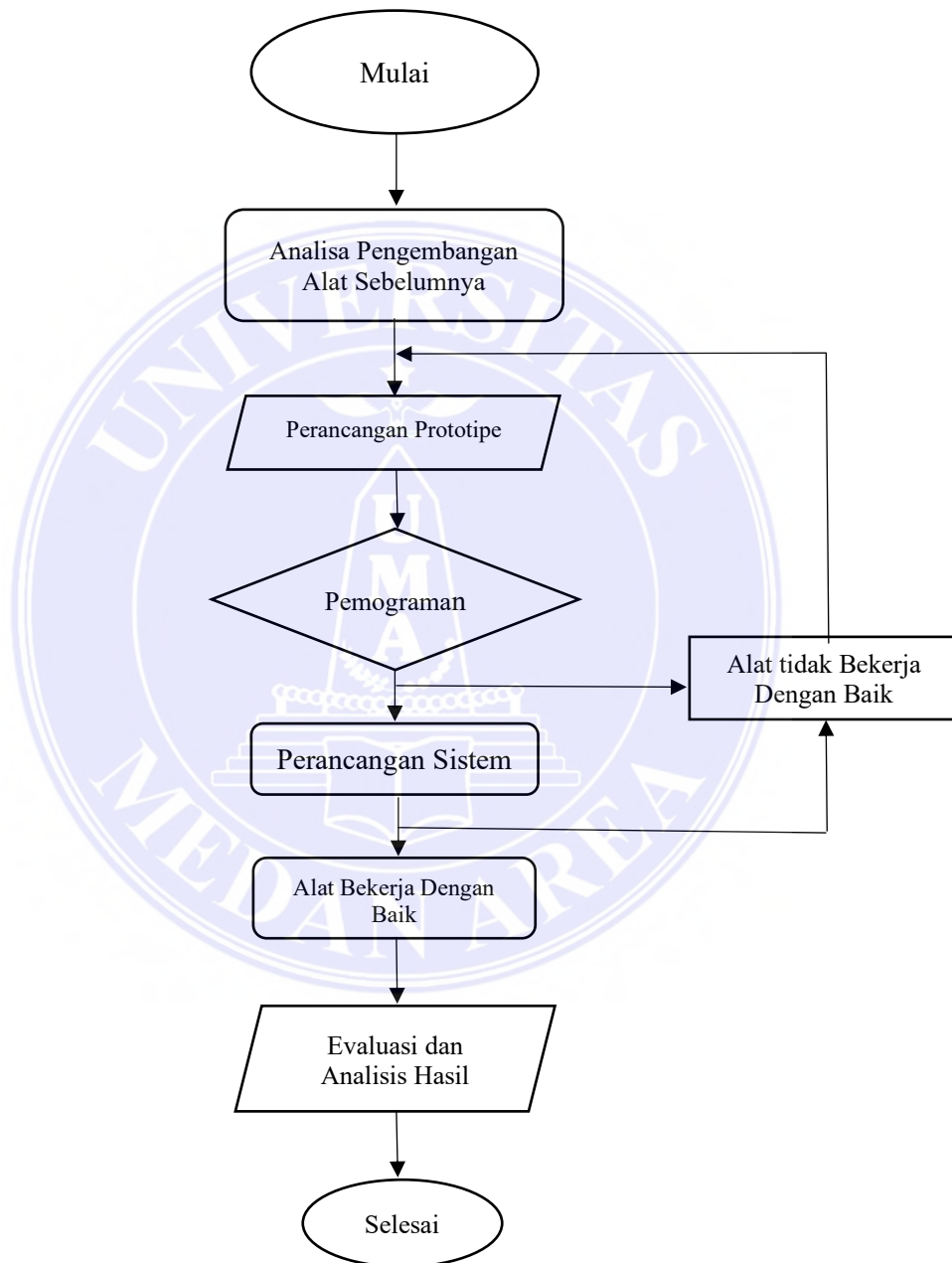
2. Perangkat Lunak (*Software*)

- a. Arduino IDE
- b. Fritzing
- c. Sketchup 2017
- d. RCFPV Pro

3.3 Metode Penelitian

Metode Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap untuk mempermudah dan memperjelas arah penelitian yang akan di laksanakan. Adapun berikut ini *flowchart* atau kerangka berfikir dalam penelitian yang akan disajikan dalam bentuk blok diagram pada gambar berikut, dimana berdasarkan *flowchart* ini ialah

sebagai tahapan yang akan dilakukan oleh peneliti dalam melaksanakan proses penelitian Modifikasi Drone Pengangkut Fire Ball Pemadam Titik Api pada Lahan Gambut.



Gambar 3. 1 Flowchart Kerangka Berpikir

3.4 Tahapan Penelitian

Penelitian dalam pengembangan drone sebagai pemadam titik api dengan mengaplikasikan bola pemadam (*fire ball*) ini memerlukan serangkaian tahapan yang sistematis untuk memastikan alat dapat dirancang, dikembangkan, dan diuji dengan baik. Berikut adalah tahapan- tahapan penelitian yang akan dilakukan:

1. Studi Literatur

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap untuk mempermudah dan memperjelas arah penelitian dengan mengumpulkan informasi dan literatur terkait metode pemadaman titik api dilahan gambut, pengimplementasian drone dan bola pemadam sebagai media, dan mikrokontroler yang sesuai untuk alat ini.

2. Perancangan Sistem

Perancangan dilakukan dengan memilih dan mengintegrasikan komponen dan alat-alat yang dibutuhkan dalam merancang skema alat pemadam titik api pada lahan gambut dengan metode pengembangan pada drone dan pengaplikasian bola pemadam.

3. Persiapan Alat dan Bahan

Alat dan bahan merupakan suatu hal yang sangat penting untuk kelancaran dalam merancang alat yang akan di rancang dan diteliti.

4. Perancangan Prototipe

- a. Membuat prototipe alat berdasarkan perancangan yang dibuat.
- b. Melakukan perancangan dengan konfigurasi perangkat keras seperti pemasangan sensor, mikrokontroler, drone dan fire ball.

5. Pemograman

Bahasa pemrograman merupakan perangkat lunak terpenting dalam pengujian alat yang sudah dirancang untuk mengatur prosedur kerja alat.

6. Pengujian Fungsi Alat

Menguji setiap fungsi komponen dan sistem apakah bekerja atau tidak dengan metode terpisah.

7. Pengujian Lapangan

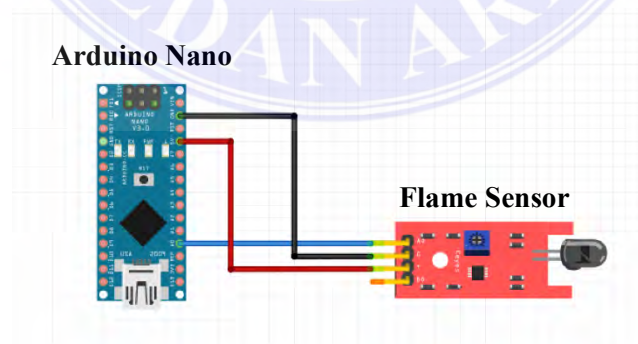
Melakukan pengujian alat pemadam titik api pada lahan gambut pada kondisi nyata untuk menguji keandalan, efisiensi, dan efektivitasnya serta pengumpulan data dan informasi hasil pengujian.

8. Evaluasi dan Analisis Hasil

- a. Menganalisis data dan informasi yang diperoleh dari pengamatan dilapangan.
- b. Mengevaluasi keefektifan kinerja alat berdasarkan pengujian yang dilakukan di lapangan.

9. Penyusunan Laporan Akhir.

3.5 Rangkaian *Flame Sensor*

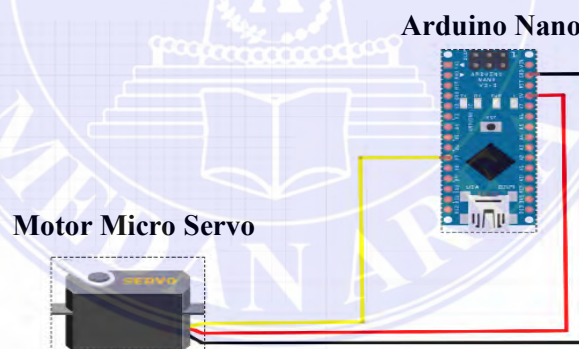


Gambar 3. 2 Rangkaian *Flame Sensor*

Flame Sensor (sensor api) mampu bekerja dengan baik untuk menangkap nyala api pada lahan gambut, yaitu dengan mengidentifikasi atau mendeteksi

nyala api yang dideteksi oleh keberadaan spectrum cahaya infra red maupun ultraviolet dengan menggunakan metode optic kemudian hasil pendeteksian itu akan diteruskan ke *Microprocessor* yang ada pada unit *flame detector* akan bekerja untuk membedakan spectrum cahaya yang terdapat pada api yang terdeteksi tersebut dengan sistem delay selama 2-3 detik pada detektor ini sehingga mampu mendeteksi titik api setelah dilakukan survey pada area lahan gambut. Pada sensor ini menggunakan transduser yang berupa infrared (IR) sebagai sensing sensor. Transduser ini digunakan untuk mendeteksi akan penyerapan cahaya pada panjang gelombang tertentu, yang memungkinkan alat ini untuk membedakan antara spectrum cahaya pada api dengan spectrum cahaya lainnya seperti spectrum cahaya lampu, kilatan petir, *welding arc*, *metal grinding*, *hot turbine*, *reactor*, dan masih banyak lagi. (Suryana, 2021).

3.6 Rangkaian Motor Micro Servo

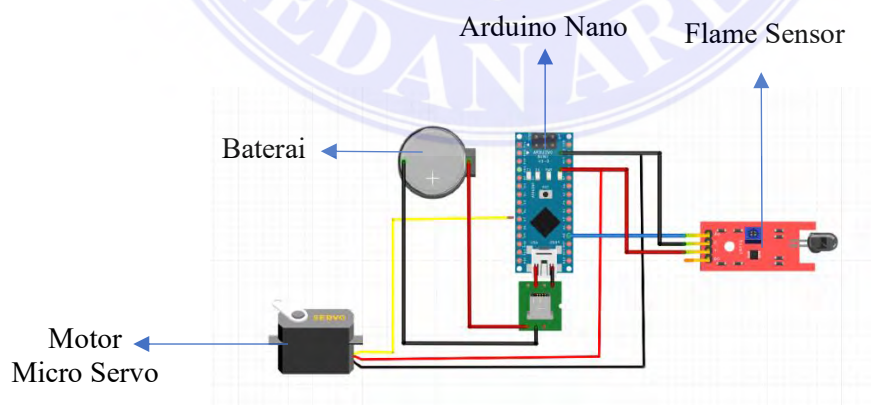


Gambar 3. 3 Rangkaian Motor Micro Servo

Motor servo adalah jenis motor elektrik yang digunakan untuk mengontrol posisi suatu mekanisme dengan sangat tepat. Prinsip kerja dari motor servo terdiri dari tiga bagian utama, yaitu sistem kontrol, sistem mekanis, dan sistem elektronik. Sistem kontrol adalah bagian yang memberikan perintah posisi yang diinginkan kepada motor servo. Sistem ini biasanya terdiri dari kontroler, yang

menerima sinyal dari sensor api setelah mendeteksi posisi api pada lahan gambut dan mengirimkan sinyal ke motor servo sebagai output, setelah mencapai posisi yang diinginkan. Sistem mekanis adalah bagian yang terhubung dengan motor servo dan digunakan untuk mengubah energi listrik menjadi gerakan mekanis. Bagian ini terdiri dari rotor dan stator yang digunakan untuk menghasilkan putaran. Sistem elektronik adalah bagian yang digunakan untuk mengubah sinyal listrik menjadi sinyal yang dapat diterima oleh motor servo. Bagian ini terdiri dari driver motor yang digunakan untuk mengatur arus listrik yang diterima oleh motor servo. Prinsip kerja dari motor servo adalah dengan mengontrol posisi rotor dengan mengubah arus listrik yang diterima oleh motor servo. Motor servo akan berputar sesuai dengan perintah yang diterima dari kontroler dan akan berhenti saat posisi rotor sesuai dengan perintah yang diterima. Dengan demikian, motor servo dapat digunakan untuk mengontrol posisi suatu mekanisme dengan sangat tepat.

3.7 Rangkaian Keseluruhan

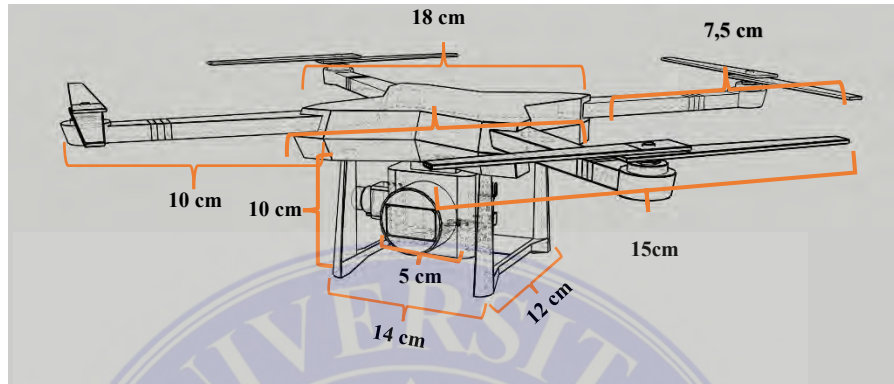


Gambar 3. 4 Rangkaian Keseluruhan Mikrokontroler

Output dari sistem ini adalah membuat mekanisme kerja sensor yang telah terprogram dan ball fire pada pemadaman titik api pada lahan gambut agar dapat

meminimalisir dengan maksimal. Seluruh komponen yang telah dirangkai pada arduino nano akan di program menggunakan bahasa dan kode program sesuai kebutuhan dalam penelitian dengan menggunakan aplikasi Arduino IDE.

3.8 Desain Drone Pengangkut *Fire Ball*



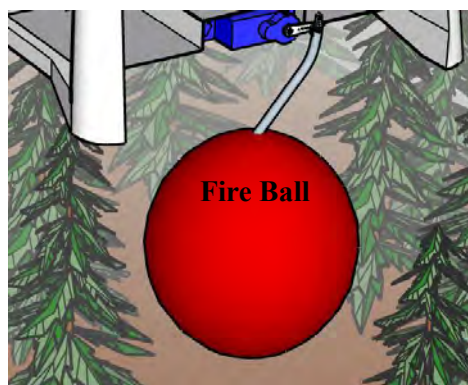
Gambar 3. 5 Desain Drone

Spesifikasi ukuran pada setiap komponen dan fisik drone yang digunakan dalam melakukan pemadaman titik api pada lahan gambut dipersiapkan sesuai dengan kebutuhan saat akan dimodifikasi, untuk menentukan letak dari sistem mikrokontroler yang akan dipasang pada drone. Penentuan letak komponen-komponen mikrokontroler disesuaikan dengan kebutuhan saat akan pemadaman mulai dari mendeteksi api, posisi beban angkut dan penjatuhan *fire ball*.

Tabel 3. 3 Spesifikasi Ukuran Drone

No.	Spesifikasi	Ukuran
1	Badan Drone	18 cm
2	Lengan Sayap	10 cm
3	Kipas Sayap	15 cm
4	Lembar Kipas	7,5 cm
5	Tinggi Kaki Drone	10 cm
6	Lebar Kaki Drone	14 cm
7	Panjang Kaki Drone	12 cm
8	Kamera Drone	5 cm
9	Plat Dasar	14 cm
	Mikrokontroler	

3.9 Desain Fire Ball



Gambar 3. 6 Desain Fire Ball

Fire Ball sebagai alat pemadam kebakaran yang telah dirancang untuk memadamkan api secara otomatis ketika terjadi kebakaran. Alat ini berbentuk bola dan biasanya diisi dengan bahan pemadam kebakaran yang efektif. Salah satu produk bola pemadam api yang populer adalah *Elide Fire Ball*. Produk ini memiliki diameter sekitar 10 cm dan berat sekitar 200 gr. Dengan demikian penulis melakukan perhitungan terhadap luas dan volume *fire ball* tersebut. Berikut perhitungannya:

1. Rumus menghitung luas *fire ball*, adalah:

$$A=4\pi r^2$$

Masukkan nilai jari-jari:

$$A = 4\pi(5 \text{ cm})^2$$

$$A = 4\pi(25 \text{ cm}^2)$$

$$A = 100\pi \text{ cm}^2$$

Jika kita menggunakan nilai $\pi \approx 3,14$:

$$A \approx 100 \times 3,14$$

$$A \approx 314,16 \text{ cm}^2$$

2. Rumus menghitung volume *fire ball*, adalah:

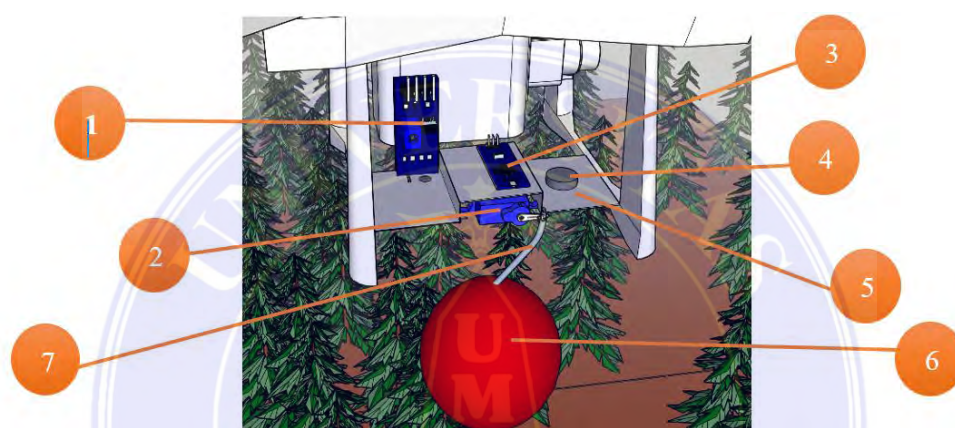
$$v = \frac{4}{3} \times \pi \times r^3$$

$$v = \frac{4}{3} \times 3,14 \times 5 \times 5 \times 5$$

$$v = 523,6 \text{ cm}^3$$

Maka, dapat diketahui luas dari *fire ball* dengan diameter 15 cm adalah 314,16 cm² dan volumenya adalah 523,6 cm³.

3.10 Desain Posisi Mikrokontroler dan *Fire Ball*



Gambar 3. 7 Desain Posisi Mikrokontroler

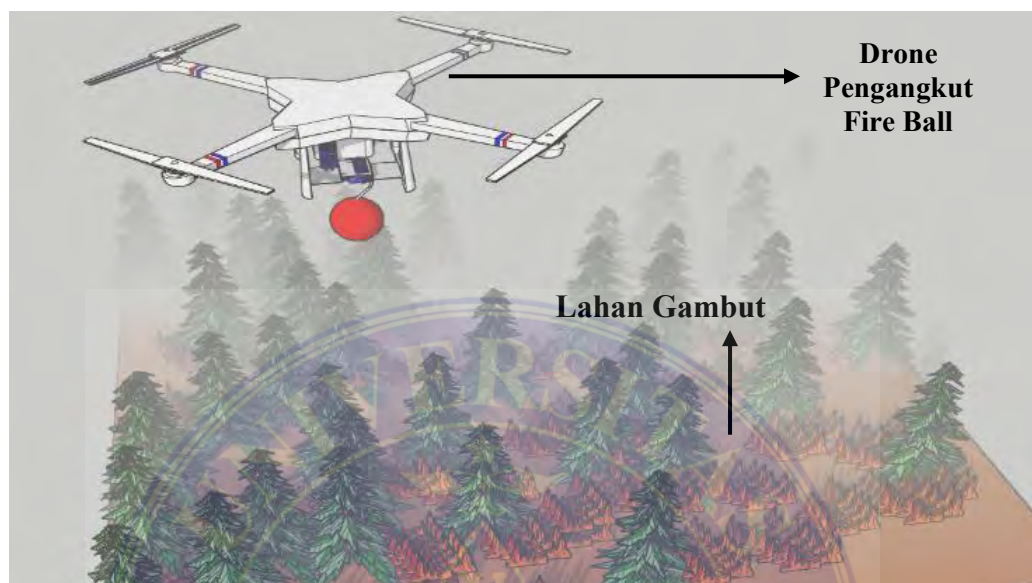
Keterangan gambar:

1. Flame Sensor
2. Motor Micro Servo
3. Arduino Nano
4. Baterai 6 v
5. Plat Dudukan Mikrokontroler
6. *Fire Ball*
7. Pengait *Fire Ball*

3.11 Desain Keseluruhan Drone Pengangkut *Fire Ball*

Desain keseluruhan drone pengangkut *fire ball* dalam proses pemadaman titik api pada lahan gambut didesain untuk menggambarkan bagaimana proses pengangkutan *fire ball* menggunakan drone dalam memadamkan titik api pada lahan gambut. Seluruh komponen mikrokontroler telah di rangkai pada drone

sebagai bentuk modifikasi yang dilakukan. Pada mikrokontroler seperti arduino nano, *flame sensor*, moto telah didesain pada posisi yang sesuai dengan proses kerja masing-masing. Berikut adalah desain dari drone pengangkut *fire ball*.



Gambar 3. 8 Desain Keseluruhan

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan dan pengujian di atas, dapat disimpulkan bahwa peneliti telah berhasil mengembangkan dan memodifikasi drone sebagai pengangkut fire ball yang mencakup penyesuaian pada sistem pengangkutan dan pelepasan muatan dengan mengintegrasikan sistem mikrokontroler seperti *flame sensor* sebagai pendeteksi titik api dengan suhu yang dibaca adalah 25-30°C pada ketinggian 1 meter dan motor micro servo sebagai pengangkut fire ball dengan berat yang telah disesuaikan daya angkut sebesar 150 gr. Pengukuran dari efisiensi penggunaan baterai juga menghasilkan nilai yang baik dalam pengangkutan fire ball dibandingkan dengan bahan pemadam konvensional lainnya sehingga proses pemadaman titik api pada lahan gambut dapat dilakukan dengan baik dan efisien.

5.2 Saran

Adapun saran yang membangun yang diusulkan oleh peneliti untuk penelitian selanjutnya, yaitu sebagai berikut:

1. Pada pengembangan selanjutnya diharapkan memberikan penyesuaian terhadap drone yang mampu mengangkut sesuai dengan kapasitas yang ditentukan.
2. Pada pengembangan selanjutnya, sistem monitoring menggunakan kamera infrared sangat memadai dalam melakukan operasi pemadaman tersebut.

Daftar Pustaka

- Akhloufi, M. A., Couturier, A., & Castro, N. A. (2021). Unmanned aerial vehicles for wildland fires: Sensing, perception, cooperation and assistance. *Drones*, 5(1). <https://doi.org/10.3390/drones5010015>
- Amalia, C., Safitri Windiarti, I., Muhammadiyah Palangkaraya Jl RTA Milono, U. K., & Kalimantan Tengah, P. (n.d.). *Citra Amalia. Smart Drone Area untuk Kebakaran Hutan di Kalimantan Tengah dengan Metode Prototype Smart Drone Area Untuk Kebakaran Hutan Di Kalimantan Tengah Dengan Metode Prototype.*
- Aminah, S. (n.d.). *Kerusakan Hutan Rawa (2021) Gambut Di Semenanjung Kampar: Studi Tentang Mncs Dan Negara.* www.aprilasia.com/products.htm
- Angelique Christy, G. S., Afril Patricia, K., Igo Amalia Nur Alifah, D. W., & Si, M. (n.d.)(2022). *Analisis Efektifitas Drone Pengangkut Barang Menguji Kapal.*
- Ausonio, E., Bagnerini, P., & Ghio, M. (2021). Drone swarms in fire suppression activities: A conceptual framework. *Drones*, 5(1). <https://doi.org/10.3390/drones5010017>
- Aydin, B., Selvi, E., Tao, J., & Starek, M. J. (2019). Use of fire-extinguishing balls for a conceptual system of drone-assisted wildfire fighting. *Drones*, 3(1), 1–15. <https://doi.org/10.3390/drones3010017>
- Bagaskara, G., Amri, R., & Rahayu, Y. (2017). Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Kebakaran Lahan Gambut Jenis Kayuan Dengan Memanfaatkan Karakteristik Panas Yang Ditimbulkan. *Sinergi*, 21(3), 157. <https://doi.org/10.22441/sinergi.2017.3.001>
- Esahstiansyah, E. P. (n.d.)(2023). *UNJA Journal of LegalStudies Penggunaan Drone Sebagai Pesawat Udara Menurut Hukum Internasional Dan Hukum Nasional.* <https://proceeding.unisba.ac.id/index.php/sosia>
- Junaidy, A., Sandhyavitri, A., Yusa, M., & Sipil, J. T. (n.d.)(2019). *Penggali Air Insitu Dan Peran Serta Masyarakat Di Desa Rimbu Panjang, Kabupaten Kabupaten, Provinsi Riau.*
- Nazar Zadeh, N. R., Abdulwakil, A. H., Amar, M. J. R., Durante, B., & Reblando Santos, C. V. N. (2021). Fire-fighting UAV with shooting mechanism of fire extinguishing ball for smart city. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 22(3), 1320–1326. <https://doi.org/10.11591/ijeecs.v22.i3.pp1320-1326>

- Perkasa, P., Aguswan, Y., Layang, S., Aji Santoso, P., & Glen Wildodo, dan. (2022). *Pemetaan Udara Dengan Pesawat Tanpa Awak Untuk Survey Cepat Karhutla Di Provinsi Kalimantan Tengah (Aerial Mapping with Unmanned Aircraft for Rapid Survey of Forest and Land Fires in Central Kalimantan Province)* (Vol. 17, Issue 1). <https://ejournal.upr.ac.id/index.php/JHT>
- Sriwijaya, J. P., Nasution, J. D., Mataram, A., & Mesin, J. T. (n.d.)(2021). *Rancang Bangun Prototype Quatrotor Untuk Aplikasi Pengintaian D Penyergapan Target Operasi Penegak Hukum Domestik.*
- Sujiwa, A., Dukuh Menanggal XII, J., Menanggal, D., Gayungan, K., & Timur, J. (2023). *Jurnal Vocational Teknik Elektronika dan Informatika. 11(4).* <http://ejournal.unp.ac.id/index.php/voteknika/>



Lampiran – Lampiran

Lampiran 1.

Bahasa Program

```
#include <Servo.h>

// Definisikan pin untuk sensor api dan servo motor
const int flameSensorPin = A0; // Pin analog untuk sensor api
const int servoMotorPin = 7; // Pin PWM untuk motor servo

// Inialisasi objek servo
Servo myServo;

void setup() {
  // Mulai serial monitor untuk debugging (opsional)
  Serial.begin(9600);

  // Menghubungkan servo motor ke pin yang ditentukan
  myServo.attach(servoMotorPin);
}

void loop() {
  // Baca nilai sensor api
  int sensorValue = analogRead(flameSensorPin);

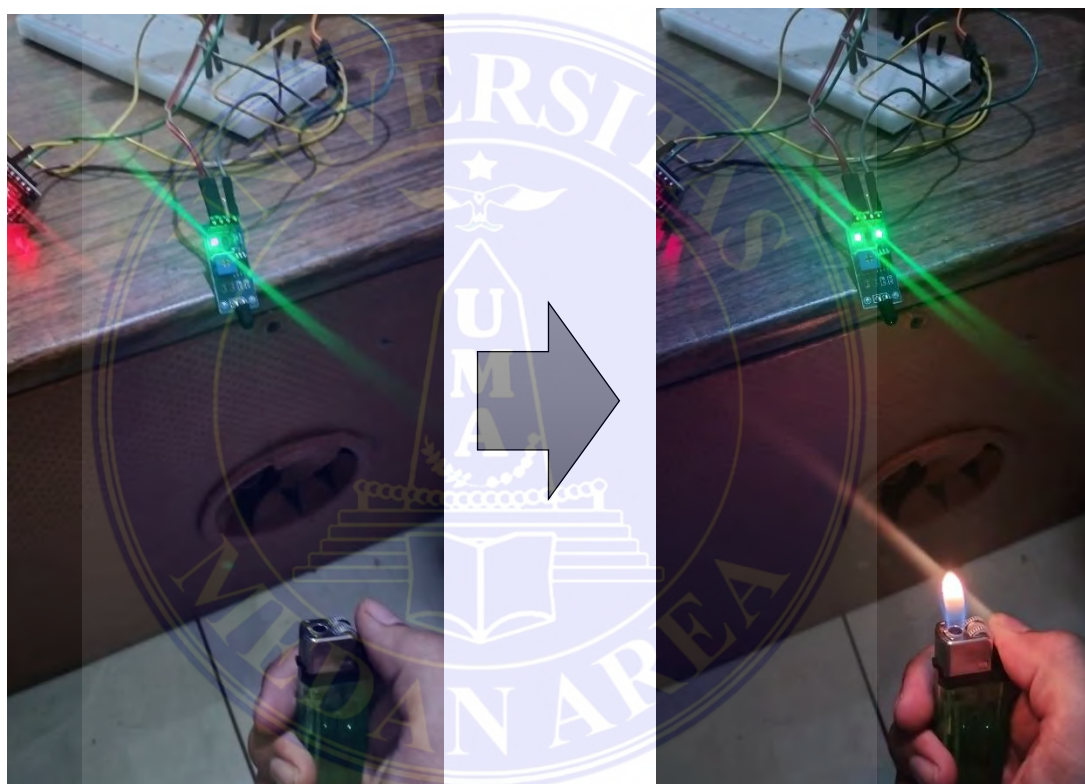
  // Tampilkan nilai bacaan sensor di serial monitor
  Serial.print("Flame Sensor Value: ");
  Serial.println(sensorValue);

  // Membuat logika untuk menggerakkan servo motor berdasarkan nilai sensor api
  if (sensorValue > 350) {
    // Jika sensor mendeteksi api (nilai sensor melebihi ambang batas, disesuaikan
    dengan karakteristik sensor)
    myServo.write(180); // Putar servo ke posisi 90 derajat
  } else {
```

```
// Jika tidak ada deteksi api  
myServo.write(0); // Putar servo ke posisi 0 derajat  
}  
  
delay(100); // Tunggu sebentar sebelum membaca sensor lagi  
}
```

Lampiran 2.

Pengujian Mikrokontroler:



Sebelum

Sesudah

Pengujian terhadap sensor api dan motor micro servo setelah deprogram, untuk mengetahui tingkat keberhasilan bahasa dan kode program pada aplikasi Arduino IDE.