

OAJIS

Open Access
Journal of
Information
Systems

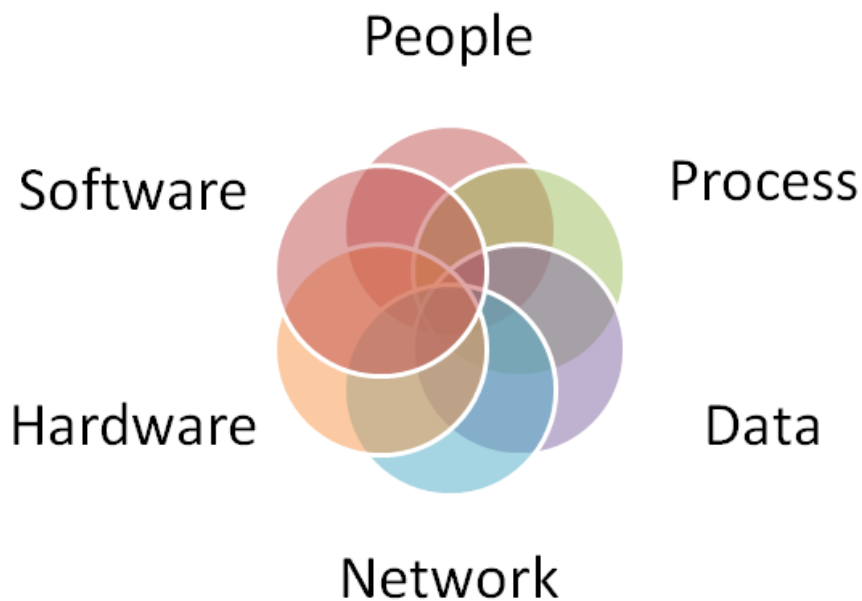
is.its.ac.id/pubs/oajis/

ISSN 1979-3979



jurnal sisfo

Inspirasi Profesional Sistem Informasi





Pimpinan Redaksi

Eko Wahyu Tyas Darmaningrat

Dewan Redaksi

Amna Shifia Nisafani

Arif Wibisono

Faizal Mahananto

Tata Pelaksana Usaha

Achmad Syaiful Susanto

Ricky Asrul Sani

Rini Ekowati

Sekretariat

Jurusan Sistem Informasi – Fakultas Teknologi Informasi

Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) – Surabaya

Telp. 031-5999944 Fax. 031-5964965

Email: editor@jurnalsisfo.org

Website: <http://jurnalsisfo.org>

Jurnal SISFO juga dipublikasikan di *Open Access Journal of Information Systems* (OAJIS)

Website: <http://is.its.ac.id/pubs/oajis/index.php>



Mitra Bestari

Aditya Rachmadi, S.ST, M.TI (Universitas Brawijaya)

Ahmad Mukhlason, S.Kom, M.Sc, Ph.D (Institut Teknologi Sepuluh Nopember)

Amalia Utamima, S.Kom, MBA (Institut Teknologi Sepuluh Nopember)

Anisah Herdiyanti, S.Kom, M.Sc, ITILF (Institut Teknologi Sepuluh Nopember)

Ari Widianti, S.T, M.T, Ph.D (Institut Teknologi Bandung)

Dany Primanita Kartikasari, S.T, M.Kom (Universitas Brawijaya)

Dewi Yanti Liliana, S.Kom, M.Kom (Politeknik Negeri Jakarta)

Erma Suryani, S.T, M.T, Ph.D (Institut Teknologi Sepuluh Nopember)

Faizal Johan Atletiko, S.Kom, M.T (Institut Teknologi Sepuluh Nopember)

Feby Artwodini Muqtadiroh, S.Kom, M.T (Institut Teknologi Sepuluh Nopember)

Hatma Suryotrisongko, S.Kom, M.Eng (Institut Teknologi Sepuluh Nopember)

Irmasari Hafidz, S.Kom, M.Sc (Institut Teknologi Sepuluh Nopember)

Mahendrawathi ER., S.T, M.Sc, Ph.D (Institut Teknologi Sepuluh Nopember)

Mudjahidin, S.T, M.T (Institut Teknologi Sepuluh Nopember)

Nur Aini R., S.Kom, M.Sc.Eng, Ph.D (Institut Teknologi Sepuluh Nopember)

Radityo Prasetyanto W., S.Kom, M.Kom (Institut Teknologi Sepuluh Nopember)

Rahadian Bisma, S.Kom, M.Kom, ITILF (Universitas Negeri Surabaya)



Mitra Bestari

Raras Tyasnurita, S.Kom, MBA (Institut Teknologi Sepuluh Nopember)

Renny Pradina Kusumawardani, S.T, M.T (Institut Teknologi Sepuluh Nopember)

Retno Aulia Vinarti, S.Kom, M.Kom (Institut Teknologi Sepuluh Nopember)

Sholiq, S.T, M.Kom, M.SA (Institut Teknologi Sepuluh Nopember)

Wiwik Anggraeni, S.Si, M.Kom (Institut Teknologi Sepuluh Nopember)



Daftar Isi

Pembuatan Perangkat Lunak Berbasis Lokasi untuk Berbagi Kendaraan

Arif Wibisono, Amril Azhar..... 265

Pemetaan Proses Bisnis dengan Pendekatan Klasifikasi Proses CIMOSA: Studi Kasus Perusahaan Pengelola Kawasan Industri

Effi Latiffianti, Stefanus Eko Wiratno, Dewanti Anggrahini, Muhammad Saiful Hakim..... 283

Sistem Penginderaan Berbasis UAV untuk Membantu Operasi Pencarian dan Penyelamatan Korban Kecelakaan di Wilayah Pegunungan

Ketut Bayu Yogha, Rajalida Lipikorn..... 293

Analisis dan Perancangan Sistem Informasi Data Siswa Pada Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) PGRI 8 Medan dengan *Zachman Framework*

Safrian Aswati, Ada Udi Firmansyah, William Ramdhan, Suhendra..... 309

Desain dan Evaluasi Prototipe Jaringan Sensor Nirkabel untuk Monitoring Lahan Persawahan di Kabupaten Gowa

Mohammad Fajar, Agus Halid, Syaiful Rahman 319

Evaluasi Kebergunaan (*Usability*) pada Aplikasi Daftar Online Rumah Sakit Umum Daerah Gambiran Kediri

Fithrotu Khoirina, Anisah Herdiyanti, Tony Dwi Susanto..... 331

Sistem Pakar untuk Menentukan Penyakit Hernia dengan Menggunakan Metode *Dempster-Shafer*

Tumingan, Yessy Yanitasari, Dedih..... 347

Pengelompokan Peminatan Program Menggunakan *K-Means Clustering* Berdasarkan Asal Sekolah

C. Purnama Yanti..... 383



Sistem Penginderaan Berbasis UAV Untuk Membantu Operasi Pencarian dan Penyelamatan Korban Kecelakaan di Wilayah Pegunungan

Ketut Bayu Yogha*, Rajalida Lipikorn

*Program Studi Teknik Informatika Universitas Trilogi, Indonesia
Departement of Mathematics and Computer Science, Chulalongkorn University, Thailand*

Abstract

Operation Search and Rescue (SAR) in general is always a race against time limited by natural conditions and a dynamic weather such as the disappearance of Sukhoi Super Jet-100 on Mount Salak at the time of promotion flight in 2012, so it is important to equip the SAR team overland using a portable device that fly every time used the rescue workers in the field to help detect or visualize the location of the accident at difficult locations or in bad weather and kept visually in the form of videos or pictures. This research proposes the manufacture of vehicle-based remote sensing Unmanned Aerial Vehicle (UAV) / drone having a four (4) rotor that can assist ground search team to visualize or detect the crash site which is mainly located in mountainous or hilly regions. Drone can be controlled either manually using a remote control or automatically. This paper is the first stage in developing the vehicle, where the main focus is the development frame and electronic circuit that will be develop in further research.

Keywords: Drones, Search the Crash Site, Mountain

Abstrak

Operasi *Search and Rescue* (SAR) pada umumnya selalu berpacu dengan waktu yang terbatas dengan kondisi alam dan cuaca yang dinamis seperti kasus hilangnya pesawat Sukhoi Super Jet-100 di Gunung Salak pada saat *promotion flight* tahun 2012 yang lalu, sehingga sangat penting membekali tim SAR darat menggunakan perangkat terbang *portable* yang setiap saat digunakan petugas penyelamat di lapangan untuk membantu mendeteksi atau memvisualkan lokasi kecelakaan pada lokasi yang sulit dijangkau ataupun pada cuaca yang buruk serta disimpan secara visual dalam bentuk video ataupun gambar. Penelitian ini mengusulkan pembuatan wahana penginderaan jarak jauh berbasis *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) / *drone* berpenggerak empat (4) rotor yang dapat membantu tim pencari darat memvisualisasi atau mendeteksi lokasi kecelakaan yang terutama berada di wilayah pegunungan atau perbukitan. *Drone* dapat dikendalikan baik secara manual menggunakan *remote control* maupun otomatis. Paper ini merupakan tahap pertama dalam pembuatan wahana, dimana fokus utamanya adalah pengembangan *frame* dan rangkaian elektronik yang akan dikembangkan selanjutnya pada penelitian berikutnya.

Kata kunci: *Search and Rescue*, *Drone*, Pencarian Lokasi Kecelakaan, Pegunungan

© 2017 Jurnal SISFO.

Histori Artikel : Disubmit 14 Desember 2017; Diterima 3 April 2017; Tersedia online 28 April 2017

* Corresponding Author

Email: ketutbayu@universitas-trilogi.ac.id (Ketut Bayu Yogha)

1. Pendahuluan

Operasi *Search and Rescue* (SAR) pada umumnya selalu berpacu dengan waktu yang terbatas dengan kondisi alam dan cuaca yang dinamis [1]. Kondisi tersebut dapat menjadi hambatan dalam operasi penyelamatan yang dilakukan sehingga secara tidak langsung dapat berpengaruh pada tingkat keberhasilan penyelamatan. Sebagai contoh, kasus hilangnya pesawat Sukhoi Super Jet-100 di Gunung Salak pada saat *promotion flight* tahun 2012 yang lalu [2]. Petugas SAR berjuang untuk menemukan lokasi jatuhnya pesawat tersebut untuk kemudian melakukan tindakan evakuasi korban. Untuk mendeteksi lokasi jatuhnya pesawat tersebut petugas mengalami kesulitan karena harus melalui jalan darat dengan kontur yang sulit dan kondisi cuaca yang buruk.

Kontur pegunungan yang curam dan cuaca menyebabkan kemampuan visibilitas dan daya jelajah petugas menjadi terbatas sehingga berpengaruh pada tenggat waktu penemuan lokasi jatuhnya pesawat. Pada cuaca buruk helikopter penyelamat terkadang tidak diijinkan terbang karena alasan keselamatan sehingga ujung tombak pencarian berada pada tim SAR darat.

Atas dasar peristiwa tersebut, sangat penting membekali tim SAR darat menggunakan perangkat terbang *portable* yang setiap saat digunakan petugas penyelamat untuk membantu mendeteksi lokasi kecelakaan pada lokasi yang sulit dijangkau ataupun pada cuaca yang buruk. Disamping itu, dengan bantuan alat ini diharapkan dapat meminimalisir resiko kecelakaan pada anggota tim saat menyusuri wilayah yang terjal atau sulit dicapai anggota tim.

Untuk mendukung tim SAR darat itulah penulis mengusulkan sistem penginderaan jarak jauh berbasis *Multi Rotor Copter (MRC) / drone* berpenggerak empat (4) rotor yang dapat membantu tim pencari darat mengidentifikasi dan mendeteksi lokasi kecelakaan dan dapat juga untuk keperluan perencanaan pengambilan jalur evakuasi, melacak keberadaan *survivor* pada daerah yang sulit dijangkau seperti di patahan, jurang dengan tingkat kemiringan ekstrem yang dapat membahayakan keselamatan anggota tim.

Paper ini merupakan tahap pertama dari dua tahapan pengembangan, pada tahapan pertama ini fokus terhadap kemampuan frame dan perangkat elektronik standar yang akan digunakan dalam tahap dua yaitu pengolahan data dan uji kemampuan terbang dalam simulasi sebenarnya. Dalam pengembangan *frame* (kerangka) wahana dan rangkaian elektronik yang digunakan titik beratnya adalah bagaimana menekan dana pengembangan karena pada umumnya dana yang digunakan dalam membuat wahana sangat mahal sehingga dapat menjadi salah satu penghambat manfaat yang dihasilkan MRC, meskipun demikian semua komponen yang dipakai tidak menurunkan kualitas dari performa wahana tersebut. Dana pengembangan yang lebih murah diharapkan dapat menjadi salah satu alternative dalam pengembangan dan implementasi wahana ini untuk kepentingan SAR.

2. Tinjauan Pustaka/Penelitian Sebelumnya

Hoffman et al. meletakkan dasar teori dan percobaan pada masalah kontrol dan *flight dynamics* serta membangun MRC 4 Rotor yang diberi nama STARMAC II [3]. STARMAC II Digunakan sebagai basis pengembangan *multi-agent control project* yang dapat diimplementasikan dalam kegiatan SAR. STARMAC II bersifat *full autonomous* dan memiliki kemampuan berkomunikasi dengan MRC lainnya dan *ground station*, memiliki beberapa sensor untuk menginterpretasikan lingkungan sekitarnya dan dapat digunakan baik di dalam maupun luar ruangan. Gambar 1 mendeskripsikan STARMAC II, wahana yang dikhususkan untuk operasi SAR.



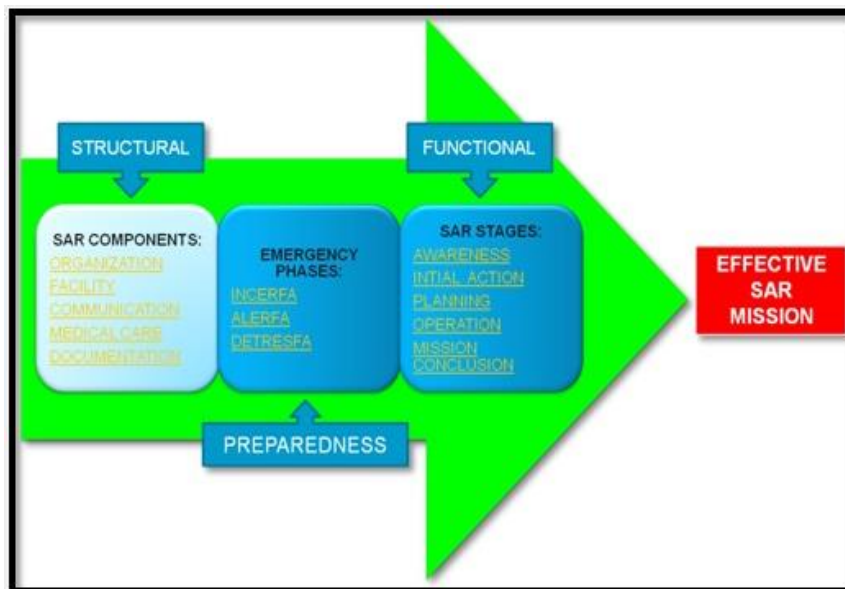
Gambar 1 STARMAC II MRC Untuk Kepentingan SAR [4]

Penelitian yang dilakukan [4] menitik beratkan pada rancang bangun *Multi Rotor Copter (MRC)* menggunakan menggunakan dua jenis control yaitu control secara manual dan otomatis, [4] membangun kontrol otomatis hanya pada proses *take-off* dan *landing* secara vertical sedangkan kontrol setelahnya dijalankan secara manual. MRC empat Rotor yang dibangun digunakan untuk tujuan fotografi dan kepentingan sipil lainnya.

Dari sisi perancangan, titik berat terdapat pada perangkat keras, sistem kontrol dan *flight dynamics*. Secara garis besar tujuan utama dari penelitian [4] adalah mengembangkan *Autonomous take-off* dan *landing* (Gambar 1), Konstruksi mekanik dan merancang yang cocok dan dapat digunakan dalam jangka waktu lama. [4] menggunakan mikrokontroler ATmega2560 dengan 54 *I/O Pin* dengan C++ sebagai bahasa pemrograman utama yang digunakan dalam pengembangan perangkat lunaknya. Mekanisme kerja yang telah dibuat [4] dapat diterapkan untuk UAV berpengerak empat rotor SAR.

2.1 Tahap Penyelenggaraan Operasi

Gambar 2 memperlihatkan komponen SAR yang menjadi parameter dalam menjalankan suatu operasi penyelamatan, dikutip dari [5].



Gambar 2 Komponen SAR [5]

Tahapan penyelenggaraan operasi SAR dibagi menjadi beberapa tahapan [5], seperti pada Gambar 3, Tahapan tahapan tersebut antara lain :

1. Tahap Menyadari (*awareness stage*)
2. Tahapan tindakan awal (*initial stage*)
3. Tahapan perencanaan (*planning stage*)

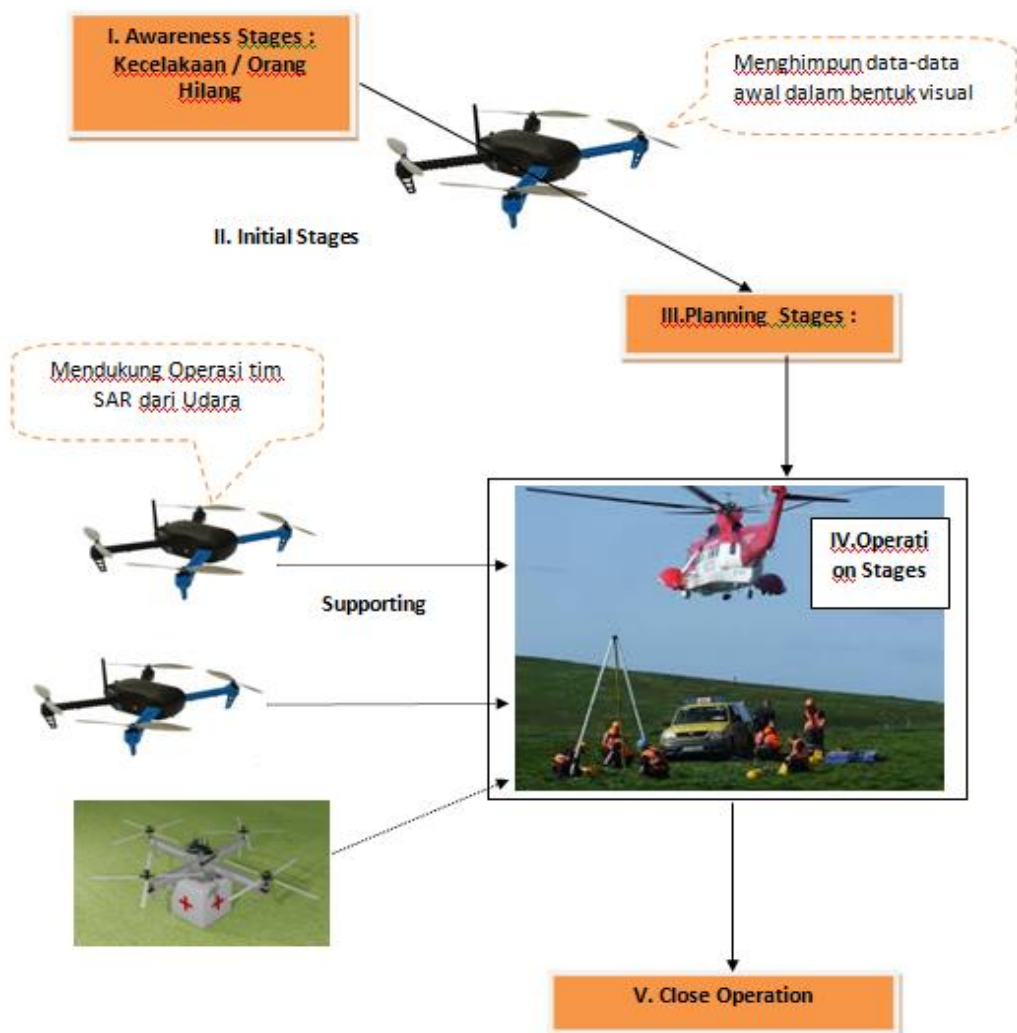
Pada tahapan ini terdiri dari beberapa sub tahapan lanjutan seperti tahap perencanaan lanjutan, urutan pencarian, tingkatan perencanaan pencarian, perhitungan perencanaan pencarian)

4. Tahap Operasi (*Operation Stage*)

Tahapan ini terdiri dari beberapa sub tahapan seperti melakukan pendeteksian dan pelacakan korban, pada tahapan inilah MRC memiliki peranan dalam tugas pendeteksian dan pelacakan korban sehingga operasi penyelamatan menjadi lebih terarah berdasarkan pada hasil deteksi dan pelacakan sebelumnya.

5. Tahapan akhir operasi

Gambar 3 mendeskripsikan tahapan operasi SAR dan kemungkinan peran MRC dalam beberapa tahapan operasi SAR.



Gambar 3 Tahapan Operasi SAR [5]

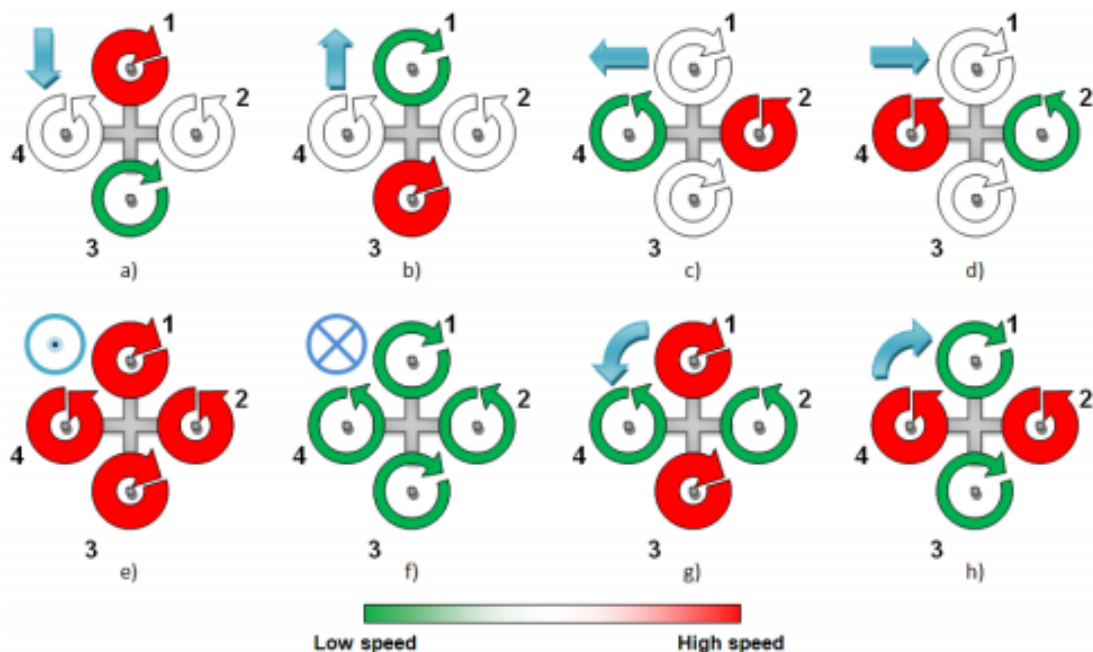
Pada setiap operasi, kegiatan yang dilakukan tim penyelamat selalu berada pada level tindakan kegawat-daruratan (*emergency phases*) yang dalam hal ini terbagi menjadi tiga kategori yaitu:

1. *Uncertainty phase*: Kepastian akan keselamatan jiwa seseorang masih belum dapat diketahui dengan pasti
2. *Alert phase*: Adanya informasi yang jelas mengenai kesulitan yang dihadapi seseorang yang mengarah pada kesengsaraan sehingga hal tersebut harus dicegah.
3. *Distress phase*: suatu tindakan darurat sudah harus dilakukan karena keselamatan jiwa seseorang sudah pada tahapan darurat bahaya yang membutuhkan penanganan segera.

Fasilitas pendukung yang dapat menunjang petugas SAR pada operasi penyelamatan mutlak dibutuhkan. Fasilitas pendukung tersebut terdapat pada semua fase operasi yang dilakukan. *Multi Rotor Copter* (MRC) atau umum dikenal dengan nama *drone* dapat berperan secara signifikan pada tahapan operasi dan perencanaan operasi karena sebelum operasi dimulai tahap pendeteksian mutlak diperlukan sehingga dapat menjadi bahan penyusunan rencana operasi [5].

2.2 Mekanisme Kontrol

[6] mengkombinasikan mekanisme kontrol menggunakan multi sensor dan *accelerometer tri-axis*. [6] tidak hanya membangun fisik UAV tetapi menerapkannya pada perangkat lunak simulasi yang disebut Simulink. Dalam simulasi tersebut, output atau tindakan diprediksikan dari serangkaian input yang diterima sensor. Metode Kalman Filter digunakan untuk mengestimasi sudut kecepatan dan sudut Euler dari MRC 4 rotor. Kalman filter [7] dikombinasikan dengan metode *Linear Quadratic Regulator* [8] dengan tujuan memastikan sistem mengikuti referensi yang telah ditetapkan.



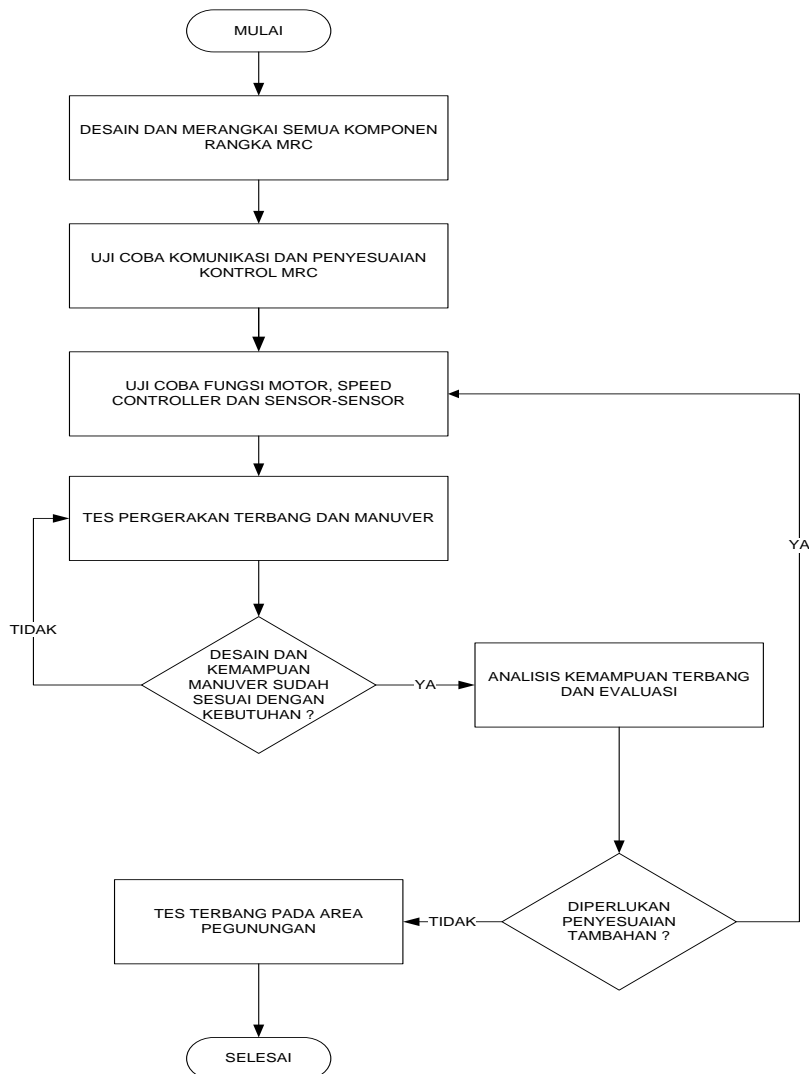
Gambar 4. Pergerakan rotor saat bermanuver [6]

Gambar 4 menunjukkan perbedaan arah rotor untuk menunjang arah pergerakan MRC, kemampuan gerak rotor dikendalikan oleh mikrokontroller yang di *remote* dari jarak jauh. Untuk menunjang komunikasi data antara IP Camera dengan kontrol yang ada di permukaan, digunakan *wireless communication*. Perangkat

wireless dibuat berpasangan yaitu perangkat *transmitter* dan *receiver* [6]. Perangkat *transmitter* dipasang pada *ground controller* sedangkan *receiver* dipasang pada UAV memiliki panjang Gelombang Radio 2.4 GHz [9].

3. Metodologi

Gambar 5 mendeskripsikan setiap tahapan rancang bangun MRC yang terdiri dari beberapa tahapan antara lain dimulai dari tahap desain rangka MRC, desain yang dipilih sebagai rangka utama menggunakan basis rangka X650F *Glass fiber* dengan diameter maksimal 550 mm, susunan rangka tersebut dirakit sesuai skema desain yang dipilih. Merakit setiap komponen sesuai fungsi yang ditetapkan dalam skema. Terdapat dua parameter utama dalam tahapan ini, yaitu fungsionalitas dan kecocokan desain MRC dengan kasus yang diangkat.



Gambar 5 Tahap Rancang Bangun MRC [6]

Berikutnya adalah melakukan uji coba rangkaian komunikasi dan kontrol. Pemrograman mikrokontroler dan kalibrasi untuk rangkaian *control* menjadi penting karena menyangkut stabilitas terbang MRC

sehingga pada tahapan ini pengaturan mikrokontroler dan penetapan *scenario* komunikasi menjadi penting. Tahap ketiga adalah pengaturan mikrokontroler untuk motor penggerak *propeller* dan *Electronic speed controller (ESC)* yang berada pada lengan motor setelah itu dilanjutkan dengan tes terbang dan kemampuan manuver.

Jika tes terbang memiliki hasil yang baik maka tahap selanjutnya adalah tes pada kondisi riil di lapangan dengan skenario tertentu, jika hasilnya belum memuaskan maka akan di evaluasi ulang untuk meningkatkan pergerakan dan manuver terbang yang dibutuhkan. Dalam tahapan ini uji terbang belum menjadi prioritas dalam pengembangannya karena masih dalam tahapan pembangunan kerangka dan rangkaian elektronik.

3.1 Tahap Perancangan Sistem Kontrol dan Elektronik MRC

Skematik rangkaian elektronik menggambarkan langkah-langkah sistematis yang menitik beratkan pada desain skematik rangkaian elektronik dan komunikasi. Pada Gambar 7 terlihat tahapan pertama adalah studi tentang mikrokontroler yang dipakai serta mekanisme komunikasi searah menggunakan gelombang radio sebagai media komunikasi UAV dengan *ground control*. Berikutnya adalah proses desain *layout* sirkuit elektronik.

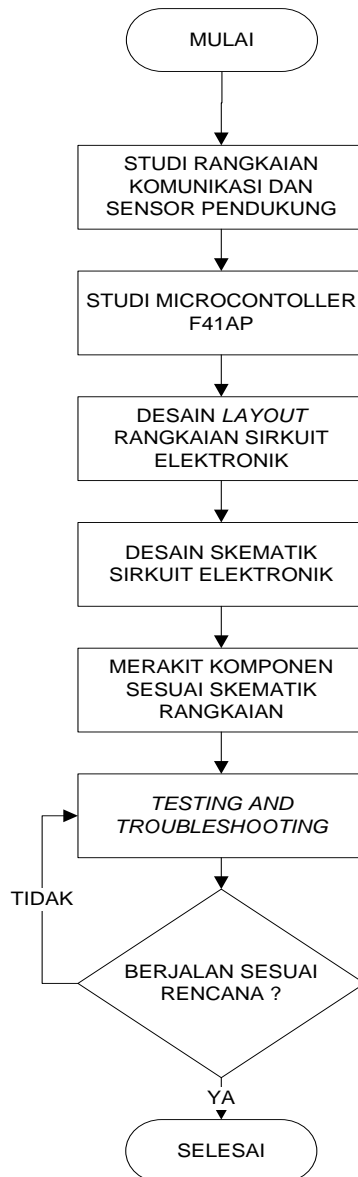
Jika skematik sudah terbentuk proses berikutnya adalah merakit komponen elektronik sesuai dengan skema yang telah ditetapkan, pada tahapan ini sangat penting memperhatikan faktor estetika rangkaian elektronik dengan kerangka MRC yang dipakai sehingga penampilan MRC tidak terkesan berantakan. Langkah berikutnya yang juga penting adalah tahapan uji coba untuk memastikan semua komponen dapat berjalan sesuai dengan yang ditetapkan.

3.2 Perancangan Kerangka Wahana

Skematik rangkaian elektronik menggambarkan langkah-langkah sistematis yang menitik beratkan pada desain skematik rangkaian elektronik dan komunikasi. Gambar 6 mendeskripsikan skematik rangkaian elektronik yang dan tahapan yang umumnya dilakukan pada saat membangun MRC, sedangkan Gambar 7 (a) dan (b) memperlihatkan kerangka penghubung lengan MRC yang digunakan sebagai dasar *distribution board*, yaitu perangkat untuk mendistribusikan sinyal elektromagnetik menuju keempat *Electronic Speed Controller (ESC)* di keempat lengan wahana MRC. Pada Gambar 7 terlihat tahapan pertama adalah studi tentang mikrokontroler yang dipakai serta mekanisme komunikasi searah menggunakan gelombang radio sebagai media komunikasi MRC dengan *ground control*. Berikutnya adalah proses desain *layout* sirkuit elektronik.

Keempat Lengan MRC merupakan dudukan untuk mengikat motor penggerak baling-baling (Gambar 8a) dan Gambar 8 (b) memperlihatkan gambaran utuh kerangka penghubung lengan yang telah terpasang. Gambar 9 adalah dudukan (*mounting*) untuk motor NTM 1200 KV, karena merupakan motor yang memiliki daya dorong (*thrust*) yang besar maka motor ini dilengkapi dengan empat titik *holder* sehingga menjamin tidak adanya pergerakan saat motor menyala. Pada tes yang telah dilakukan jika pemasangan tidak dilakukan dengan benar maka akan menimbulkan vibrasi yang besar pada keseluruhan wahana. Pemasangan yang baik merupakan kunci dari keselamatan wahana tersebut.

Gambar 10(a) dan (b) memperlihatkan struktur keseluruhan dari *frame* yang dipilih. *Frame* ini dipilih karena kecocokan dari segi ukuran, harga dan kekuatan dari bahan yang digunakan, adapun *frame* yang digunakan adalah F450. Gambar 16 memperlihatkan gambaran utuh saat *central frame* telah terpasang.



Gambar 6 Skematik Pembuatan Rangkaian Elektronik

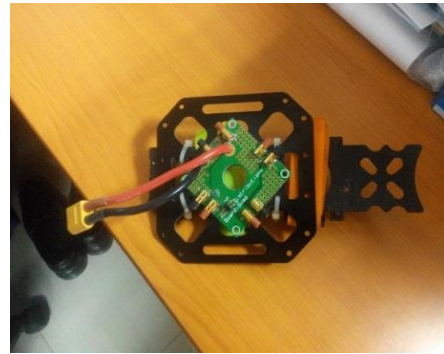
3.3 Rangkaian Dasar Elektronika Wahana

Gambar 11 memperlihatkan bagaimana instalasi elektronik yang terpasang pada wahana. Instalasi tersebut terdiri dari 4 motor, 4 *electronic speed controller* (ESC), 1 *distribution board* yang perpasang menyatu dengan *central frame*. Pada wahana ini menggunakan 4 buah ESC dengan ukuran 30 ampere, ukuran tersebut disesuaikan dengan ukuran *thrust* yang dihasilkan oleh motor dihasilkan oleh motor dan besaran daya yang digunakan pada wahana tersebut. Pemasangan ESC lebih kecil dari 30 Amp dapat menyebabkan kabel-kabel ESC terbakar saat terbang.

Distribution board yang digunakan dirancang khusus untuk 2 lengan (sesuai konsep quadcopter) *Distribution board* tersebut bertugas membagi arus secara seimbang ke ESC dari sumber daya. ESC kemudian akan memproporsikan besaran arus yang akan di distribusikan ke motor.



(a)



(b)

Gambar 7 (a) Dudukan bawah Kerangka Penghubung lengan Wahana. (b) Dudukan *Distribution Board*



(a)

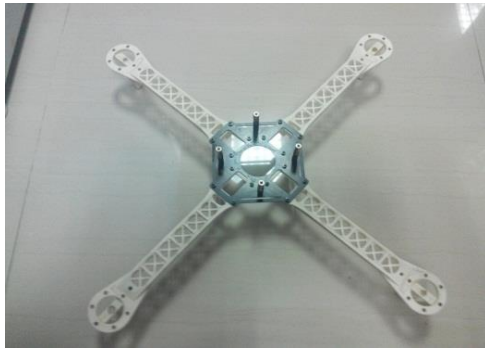


(b)

Gambar 8 (a) Lengan penahan motor (b) Kerangka Penghubung lengan Wahana.



Gambar 9 Dudukan Motor



(a)



(b)

Gambar 10 Kerangka Penopang Lengan Motor bagian bawah



(a)



(b)

Gambar 11 Kerangka Tampak atas dan Bawah Wahana



(a)



(b)



(c)

Gambar 12 (a) *Flight controller*, (b) Kompas untuk menunjang GPS, (c) *Receiver* yang digunakan di Wahana

Salah satu bagian penting dari wahana yang dibangun adalah dengan pengimplementasian *flight controller* (FC). Gambar 12 (a) merupakan tampilan *flight controller* Feiyu 41AP yang digunakan dalam rancang bangun MRC. Bagian ini merupakan pusat pemrosesan komunikasi antara pengantar dengan penerima. Sinyal yang dihantarkan dari *remote control* kemudian diterima oleh *receiver* (Gambar 12c) kemudian diteruskan ke FC untuk kemudian diproses menjadi instruksi ke ESC. Fungsi kendali dari wahana ditentukan dari bagian FC ini. Bagian ini juga memproses informasi spasial yang diterima dari sensor *Global Positioning System* (GPS) (Gambar 12b) untuk mempresisikan posisi wahana pada saat terbang karena pada saat terbang tinggi seringkali wahana tidak terlihat menggunakan mata telanjang sehingga dibutuhkan instrument pendukung melalui *Ground Control System* (GCS) sehingga pergerakan dan posisi

wahana dapat terus dipantau secara *real time*. Spesifikasi *flight controller* dan perangkat telemetri yang digunakan terdapat pada Tabel 1, sedangkan spesifikasi motor dan perangkat mekanis dijabarkan pada Tabel 2.

Tabel 1. Spesifikasi *Flight Controller* dan Telemetri

No	Item	Spesifikasi	Keterangan
1	Jumlah baterai	1	buah
2	Jenis baterai		Lithium Polymer
3	Jumlah sel	3	sel
4	Kapasitas	Minimum 2200 mAh	
5	Discharge ratio	Minimum 25	C
6	Jumlah ESC	4	Buah
7	Kapasitas arus ESC	Minimum 30 A	A
8	Jenis flight controller board	Feiyu 41AP	
9	Jenis telemetri	Autopilot dengan OSD, stabilizer, GPS dan sensor	Tambahan sensor angin sebagai input untuk fungsi stabilizer.
10	Frekuensi telemetri	2400 MHz	Untuk jarak pendek
11	Frekuensi transmitter – Receiver	2400 MHz	Untuk jarak pendek
12	Menggunakan penguat daya pancar	tidak	

Tabel 2. Propulsi

No	Komponen Propulsi	Jumlah	Ukuran / kapasitas
1	Jumlah motor	1	buah
2	Daya motor	11.1 / motor	44.4 Watt pada semua motor
3	Jenis motor	Brushless motor	NTM 1200 KV
4	Jumlah propeller	4	buah
5	Diameter x pitch propeller	4.5 x 3 inch	

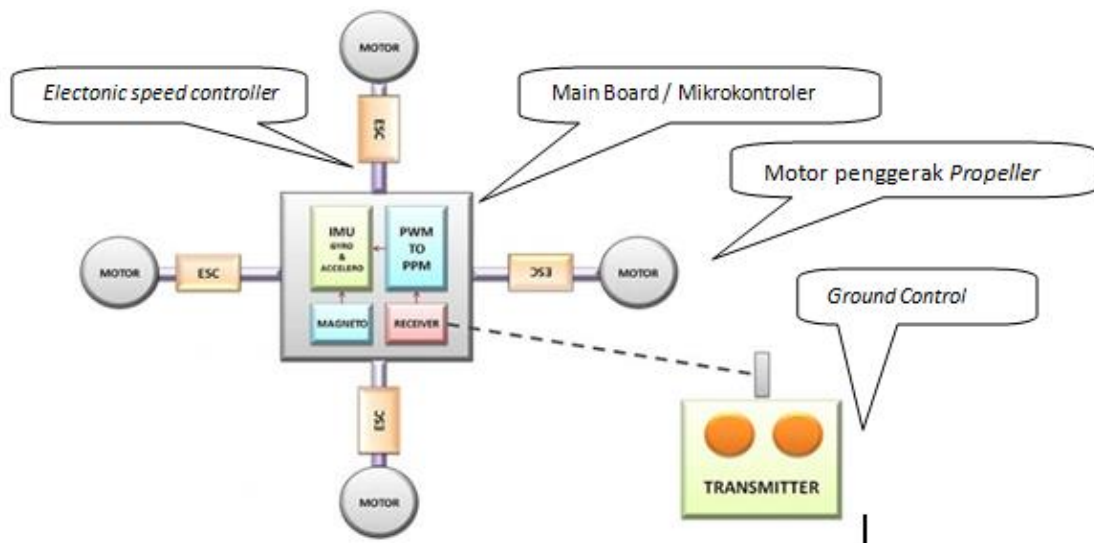
Penghantar video yang dipakai di wahana, perangkat ini digunakan untuk mengirim sinyal analog dalam bentuk gambar ke *receiver* yang berada di tanah. Menggunakan panjang gelombang 5.8 GHz, pengantar ini mampu digunakan efektif hingga 2 Km dan harus diperkuat dengan penguat sinyal jika melewati jarak tersebut. Sumberdaya yang digunakan pada wahana adalah Baterai 35 C dengan 5000 MaH terpasang pada wahana dengan tujuan untuk waktu terbang yang lebih lama mengingat untuk proses penyelamatan sangat penting untuk memiliki waktu terbang yang panjang. Kekurangan menggunakan baterai ini adalah karena bobot baterai yang berat sehingga mempengaruhi berat keseluruhan wahana.

Wahana ini merupakan wahana VTOL (*Vertical Take off and Landing*) dimana mekanisme *take off* dan *landing* dilakukan secara vertikal. Kemampuan ini penting karena di wilayah pegunungan yang dipenuhi

dengan tumbuhan atau penghalang lainnya tidak memungkinkan untuk membuat area lepa landas seperti pada pesawat terbang. Tabel 3 mendeskripsikan komposisi atau kemampuan VTOL pada wahana.

Tabel 3. Propulsi Mekanisme *Take off* dan *Landing*

No	Mekanisme	Spesifikasi	Keterangan
1	Metode take off	VTOL, Vertical Take off and Landing	Manual dan otomatis
2	Kecepatan maksimum	30 mps	
3	Metode landing	VTOL	Manual dan otomatis
4	Metode <i>fail safe</i>	Ada	Mekanisme penyelamatan wahana saat terjadi keadaan darurat



Gambar 13 Skema rangkaian Elektronika yang ada pada Wahana

Gambar 13 mendeskripsikan bagian utama dari MRC 4 rotor yaitu Mikrokontroler sebagai pusat control terbang dan komunikasi, *Electronic Speed Controller (ESC)* sebagai regulator motor utama penggerak *propeller*, Motor digunakan sebagai penggerak utama *propeller* yang dikendalikan oleh *ESC* dan Mikrokontroler, *Ground controller (RF Control)* mengendalikan komunikasi dan pergerakan UAV menggunakan media frekuensi radio yang ditangkap oleh *receiver* pada mikrokontroler sebagai input kepada *ESC* dan motor utama.

4. Uji Coba Wahana

Seperti skenario yang telah ditentukan sebelumnya, tahapan penting yang harus dilalui adalah dengan melakukan uji terbang dan kalibrasi di tanah. Uji kalibrasi di tanah digunakan untuk mengecek persiapan mekanik dan elektronik sebelum wahana dapat terbang. Sedangkan uji terbang digunakan untuk melihat performa wahana saat di udara.

Uji coba *Frame* dilakukan dengan membuat terlebih dahulu *frame* percobaan dengan bahan PVC. PVC memiliki keunggulan dalam kekuatan dan ketahanan *frame* akan tetapi bobotnya yang lebih berat membuat daya angkat menjadi lebih berat yang berimplikasi dengan waktu terbang yang lebih singkat dan manuver menjadi kurang lincah. Uji coba pada tahap ini kemudian dimanfaatkan untuk menguji rangkaian

elektronika terutama menguji kesesuaian ESC dengan motor yang digunakan terhadap daya angkat yang dihasilkan wahana. Gambar 14 merupakan saat uji coba rangkaian elektronika menggunakan *frame* dari bahan PVC.



Gambar 14 Ujicoba Rangkaian Elektronik pada *Frame* PVC



Gambar 15 *Frame* dari Plastik Komposit

Setelah perangkat elektronik telah diselesaikan, kami mengembangkan *frame* dari bahan plastic komposit. *Frame* jenis ini memiliki kelebihan dalam keringanan material sehingga berdampak pada waktu terbang yang lebih lama dan penggunaan daya batere yang lebih lama. Gambar 15 merupakan *frame* yang di pakai pada wahana.



Gambar 16 Tampilan Fisik akhir Wahana

Tahap terakhir atau tahap ketiga akhir adalah menginstalasi *flight controller* FY41AP dan GPS serta sensor-sensor yang dibutuhkan seperti pada Gambar 16. Pada tahap pengembangan ini uji coba dilakukan tidak di wilayah pegunungan tetapi masih di sekitar kota dengan alasan keamanan. Tabel 4 berikut ini merupakan hasil uji terbang wahana dalam kondisi cuaca normal dan masih disekitar wilayah perkotaan.

Tabel 4. Hasil Uji Coba Wahana

No	Item Uji Coba	Target	Hasil
1	<i>Thrust</i> motor	<i>Thrust</i> motor > beban wahana	Cukup baik
2	Sensitivitas <i>gyro sensor</i> (uji coba di darat)	Tes diferensial RPM motor saat wahana digerakan maju-mundur kiri-kanan, guling kiri-guling kanan. Pergerakan motor harus menyesuaikan posisi wahana.	Berfungsi baik dalam kondisi cuaca normal dan kecepatan angin ≤ 15 km/jam
3	Tes <i>Hovering</i>	Tes kestabilan terbang diam selama 5 menit non stop tanpa bermanuver.	5 Menit di udara, baik dalam kondisi cuaca normal dan kecepatan angin ≤ 15 km/jam
4	Tes kompas dan GPS	Tes aktivasi kompas dan GPS pada GCS	Kurang Baik dalam kondisi cuaca normal dan kecepatan angin ≤ 15 km/jam dan terintegrasi dengan <i>Google earth</i> , Kendala GPS adalah data ketinggian dan jarak berubah-ubah tidak konsisten.
5	Tes Jangkauan terbang	Uji coba ketinggian terbang dan jangkauan terbang selama 10 menit.	≤ 35 Meter dengan jarak tempuh 1 Km

4.1 Hasil Ujicoba Wahana

Hasil uji coba yang telah dilakukan menunjukkan wahana dapat berjalan dengan baik pada uji di wilayah non-pegunungan. Uji perekaman (Gambar 17) melalui kamera Mobius juga telah dilakukan untuk menguji ketajaman gambar yang dihasilkan akan tetapi dengan menggunakan kamera akan berdampak pada waktu terbang yang lebih singkat karena kamera juga menghabiskan sumberdaya baterai yang dibawa pada wahana dan kamera juga membuat wahana lebih berat sekitar 80 gram.

Gambar 17 Wahana *Footage* dari kamera Mobius Wahana MRC

Gambar 18 menunjukkan *Flight data* pada *Ground Control System (GCS)*, GCS merupakan perangkat lunak *flight controller* yang digunakan untuk memonitoring semua sumberdaya yang ada pada wahana MRC dan dapat digunakan juga untuk menentukan rute terbang wahana secara otomatis. Uji coba dilakukan pada setiap komponen yang terhubung ke GCS dan kami mengalami beberapa kendala pada GPS karena jarak dan ketinggian menjadi berubah-ubah sehingga jarak terbang maksimal belum dapat di uji coba dengan alasan keamanan wahana. Pengujian batas maksimum terbang belum kami lakukan.



Gambar 18 *Flight Data* dari GCS

Pengujian terbang memperlihatkan, wahana dapat terbang selama 10 menit dengan jarak tempuh sejauh 1 km, meskipun demikian kami belum dapat melakukan uji coba pada wilayah sebenarnya di wilayah pegunungan juga dengan alasan keamanan wahana. Harga yang dihabiskan untuk menghasilkan wahana ini relatif kecil jika dibandingkan dengan wahana buatan pabrik yang setara, dengan semua fungsi dan kelebihan di atas. Pengembangan berikutnya adalah dengan melakukan uji lapangan dan pengembangan *flight controller* yang khusus disesuaikan untuk terbang di wilayah pegunungan.

5. Kesimpulan

Tahapan pertama pembuatan UAV ini berfokus terhadap kemampuan *frame* dan perangkat elektronik standar yang akan digunakan dalam tahap dua yaitu pengolahan data dan uji kemampuan terbang dalam

simulasi sebenarnya. Dalam pengembangan *frame* (kerangka) wahana dan rangkaian elektronik yang digunakan titik beratnya adalah bagaimana menekan dana pengembangan karena pada umumnya dana yang digunakan dalam membuat wahana sangat mahal. Secara umum kinerja mekanik dan perangkat elektronik bekerja baik akan tetapi kendala muncu dari inkonsistensi data yang ditampilkan pada GCS, kami menduga penyebabnya adalah dari perangkat GPS yang kurang baik. Pengujian/simulasi sesungguhnya untuk melihat jarak terbang maksimal dan simulasi wilayah pegunungan belum dapat kami lakukan karena alasan keamanan wahana dan sumber daya manusia. Meskipun demikian semua komponen yang dipakai tidak menurunkan kualitas dari performa wahana tersebut. Dana pengembangan yang lebih murah diharapkan dapat menjadi salah satu alternatif dalam pengembangan dan implementasi wahana ini untuk kepentingan SAR.

6. Daftar Rujukan

- [1] L. Merino and F. Caballero, "Automatic Forest Fire Monitoring and Measurement Using Unmanned Aerial Vehicle,," in *International Conference on Forest Fire Fighter Research*, D.X Viegas, 2010.
- [2] [Online]. Available: <https://www.lintas.me/news/other/blog-yang-unik.blogspot.com/foto-jarak-dekat-tpk-sukhoi-tabraktebing-gunung-salak>. [Accessed 30 October 2014].
- [3] Hoffman et.al. , "Quadrotor Helicopter Flight Dynamics and Control : Theory and Experiment," in *AIAA Guidance, Navigation and Control Conference and Exhibit*, 2007.
- [4] B. P., "Quadcopter Flight," *Thesis*, California State University, Thesis, Northridge, 2012.
- [5] "Basarnas," [Online]. Available: www.basarnas.go.id. [Accessed 28 October 2014].
- [6] Domingues, "Quadrotor Prototype," *Instituto Superior Tecnico*, Universidade de Lisboa, 2009.
- [7] S. Julier and J. Uhlmann, "New extension of Kalman Filter to Nonlinear System," *Proc. SPIE 3068, Signal Processing, Sensor Fusion, and Target Recognition*, vol. VI, no. 182, 1997.
- [8] F. Rinaldi, F. Chiesa and F. Quagliotti, "Linear Quadratic Control for Quadrotors UAVs Dynamics and Formation Flight," *Journal of Intelligent and Robotics System*, vol. 70, no. 1, pp. 203-220, 2013.
- [9] M. Qetkeaw, "Wireless Control Quadcopter With Stereo Camera and Self Balancing System," *University Tun Hussein Onn*, Malaysia, 2012.

