

## Rancang Bangun Sistem Foto Udara Menggunakan Layang-Layang (*Kite Aerial Photography*)

**M. Komarudin<sup>1</sup>, Herlinawati<sup>1</sup>, Nursiwi Kusuma Astuti<sup>2</sup>**

1. Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung

Jl.Prof.Dr. Soemantri Brojonegoro No.1 Bandar Lampung

2. P.T. Epson Indonesia, Jakarta

**Abstrak**—*Kite Aerial Photography* (KAP) memberikan sebuah alternatif solusi terhadap permasalahan yang dihadapi oleh fotografi udara secara konvensional, yaitu dengan menggunakan perlengkapan layang-layang yang dilengkapi dengan peralatan fotografi udara yaitu kamera digital yang dapat dikontrol dari bumi, serta dapat mengirimkan gambar video secara streaming ke bumi. Sistem komunikasi data yang diaplikasikan pada KAP menggunakan mikrokontroler AT89S52 sebagai antar muka. Pengiriman data untuk memberikan *command* menggunakan *stick play station* tanpa getar. Data untuk *command* berupa digit biner dikirim melalui gelombang radio. Proses penyandian dilakukan oleh suatu modulator *frequency shift keying* (FSK). Selanjutnya sinyal akan didemodulasi oleh demodulator FSK untuk menghasilkan digit biner kembali. Command akan dieksekusi oleh infra merah untuk *shutter* dan *zoom*, sedangkan motor servo untuk menggerakkan kamera secara berputar (*pan*) dan miring (*tilt*). Pengiriman gambar dari KAP dilakukan melalui perangkat *transmitter-receiver* 1,2 GHz pada channel video, gambar video dapat dilihat melalui *TV tuner*. Pengujian fungsional untuk sistem secara menyeluruh telah dilakukan dan didapatkan hasil bahwa instrumen telah berfungsi sesuai dengan yang diharapkan.

**Kata Kunci:** *KiteAerial Photography* (KAP), komunikasi data, *Frequency Shift Keying* (FSK)

**Abstract--** *Kite aerial photography* (KAP) provides an alternative solution on conventional aerial photography by using kite equipped with digital camera that can be controlled from the ground and that can stream video to the ground. Data communication system that is applied on KAP utilizes microcontroller AT89S52 as the interface. Commands from a non-vibrated play station stick are modulated using frequency shift keying (FSK) and transmitted from the ground to the KAP.

*The commands are then demodulated for controlling the shutter and zoom of digital camera and positioning the digital camera by rotating servo motor (panning and tilting). Video is transmitted using frequency 1.2 GHz and received by a TV tuner to view the location/object to be captured. Functional testing has been conducted and results suggest that the system works as expected.*

**Keywords:** *KiteAerial Photography* (KAP), komunikasi data, *Frequency Shift Keying* (FSK)

### A. Pendahuluan

Foto udara telah menjadi hal yang penting dari penginderaan jauh sejak foto udara yang pertama diambil dari balon udara oleh Tournachon (dikenal sebagai Nadar) pada tahun 1858 [1]. Secara konvensional, foto udara untuk format yang besar, diambil dari ketinggian sekitar 1000 meter pada skala dari 1:20.000 sampai 1:40.000, mempunyai resolusi pada orde 1 sampai 4 meter. Resolusi ini sama dengan yang dicapai oleh citra satelit Ikonos. Sebagian besar sensor yang terdapat pada satelit, seperti Landsat 7 ETM, menyediakan resolusi yang cukup baik pada 15 sampai 30 meter. Dalam rangka untuk mencapai resolusi submeter, beberapa jenis teknik pada format yang kecil dikembangkan untuk foto udara [2].

Ada beberapa hal yang menjadi tantangan yang dihadapi untuk memperoleh foto udara. Pertama, bencana melumpuhkan perhubungan, jalan-jalan dan jembatan akses antara area bencana menjadi sulit baik dengan pesawat terbang konvensional maupun kendaraan darat. Kedua, walaupun satelit dapat menyediakan citra secara

---

Naskah ini diterima pada tanggal 28 Juni 2009, direvisi pada tanggal 20 Juli 2009 dan disetujui untuk diterbitkan pada tanggal 1 Agustus 2009

detail, tetapi dengan adanya pemrograman ulang akan membutuhkan waktu lama dan usaha penanggulangan bencana menjadi tertunda. Ketiga, pesawat udara tak berawak dapat menangkap citra tetapi membutuhkan operator jarak jauh dengan keterampilan tingkat tinggi. Keempat, pengontrolan jarak jauh untuk pesawat terbang dapat dilakukan walaupun penerbangan lebih mudah tetapi membutuhkan pilot untuk mengawasi model pesawat terbang. Hal ini akan menjadi sulit jika terbang pada malam hari atau di daerah perkotaan [3].

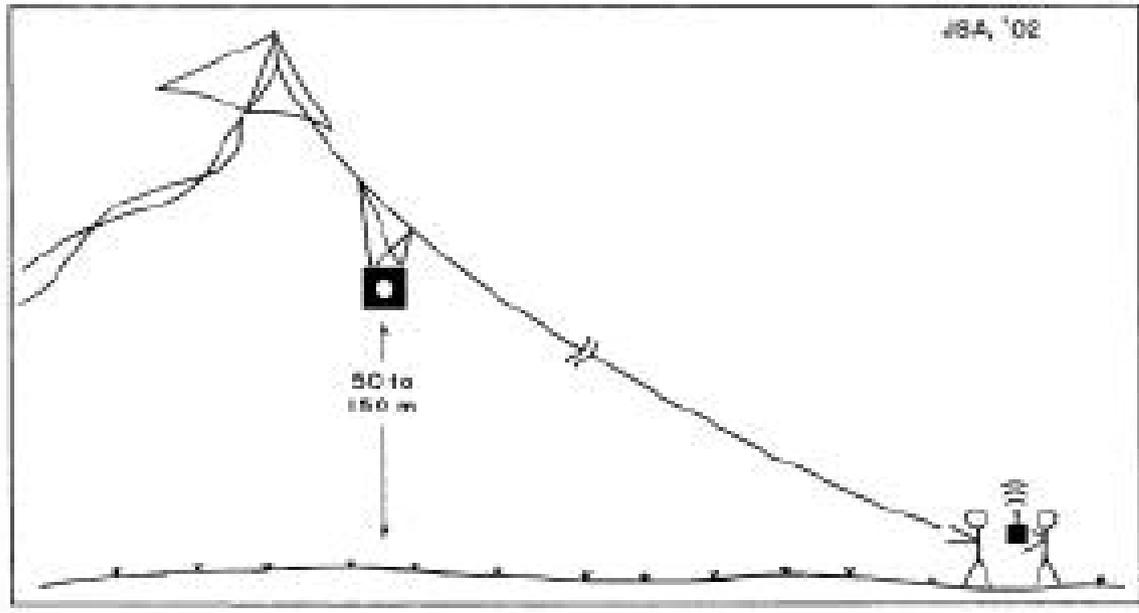
*Kite Aerial Photography* (KAP) memberikan sebuah alternatif solusi terhadap permasalahan yang dihadapi oleh fotografi udara secara konvensional, yaitu dengan menggunakan perlengkapan layang-layang yang dilengkapi dengan peralatan fotografi udara seperti kamera digital yang dapat dikontrol dari bumi yang dapat mengatur posisi kamera berputar (*pan*), miring (*tilt*), perbesaran (*zooming*) dengan menggunakan infra merah, serta dapat mengirimkan gambar video secara streaming ke bumi (*downlink*).

## B. Teori Dasar

*Kite Aerial Photography* (KAP) terdiri dari layang-layang berukuran besar untuk menggantungkan kamera, berada pada ketinggian 50-150 meter di atas permukaan tanah. Layang-layang bisa terbuat dari bahan yang tipis seperti kertas perak (*airfoil*) atau bahan yang keras (*delta*, *rokkaku*). Layang-layang dapat terbang dengan kecepatan 10-40 km/jam. *Command* untuk kamera seperti *pan*, *tilt*, dan *shutter* dioperasikan oleh radio kontrol dari bumi. Fotografi dapat diambil dari berbagai posisi baik vertikal, sudut miring

yang rendah dan tinggi, dan berbagai orientasi relatif terhadap matahari dan objek bumi. KAP sangat mudah dibawa dan dapat dioperasikan di lapangan terbuka. Kru yang dibutuhkan adalah cukup dua orang pada kondisi normal, satu orang untuk menerbangkan layang-layang, dan yang lain mengoperasikan radio kontrol dan untuk mengambil gambar. Dengan biaya yang rendah, membuat metode ini dapat dikerjakan dengan mudah untuk pengoperasian rutin, dan tepat untuk frekuensi fotografi untuk mendokumentasikan perubahan kondisi lingkungan.

KAP dapat digunakan untuk berbagai riset dan aplikasi komersial misalnya untuk penaksiran hutan dan tanah basah, investigasi pada fluvial dan pembentukan glasial, penggambaran dari berbagai sudut pandang, dan survei pemetaan dan konstruksi tempat. KAP dapat menjembatani kekurangan dalam hal skala dan resolusi antara observasi bumi yang dilakukan secara konvensional baik menggunakan foto udara konvensional maupun citra satelit. Eksperimen menggunakan layang-layang kecil *airfoil* ( $1\frac{1}{2} \text{ m}^2$ ) adalah tepat untuk kondisi angin yang kuat (25-40 km/jam) sedangkan untuk layang-layang dengan ukuran yang lebih besar ( $3 \text{ m}^2$ ) akan bekerja lebih baik pada angin yang tenang (15-25 km/jam). Kamera secara normal dapat berada pada jarak 15-30 meter di bawah layang-layang. Dalam hal ini, getaran dan gerakan tiba-tiba pada layang-layang terpisah dengan kamera. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 1 berikut :



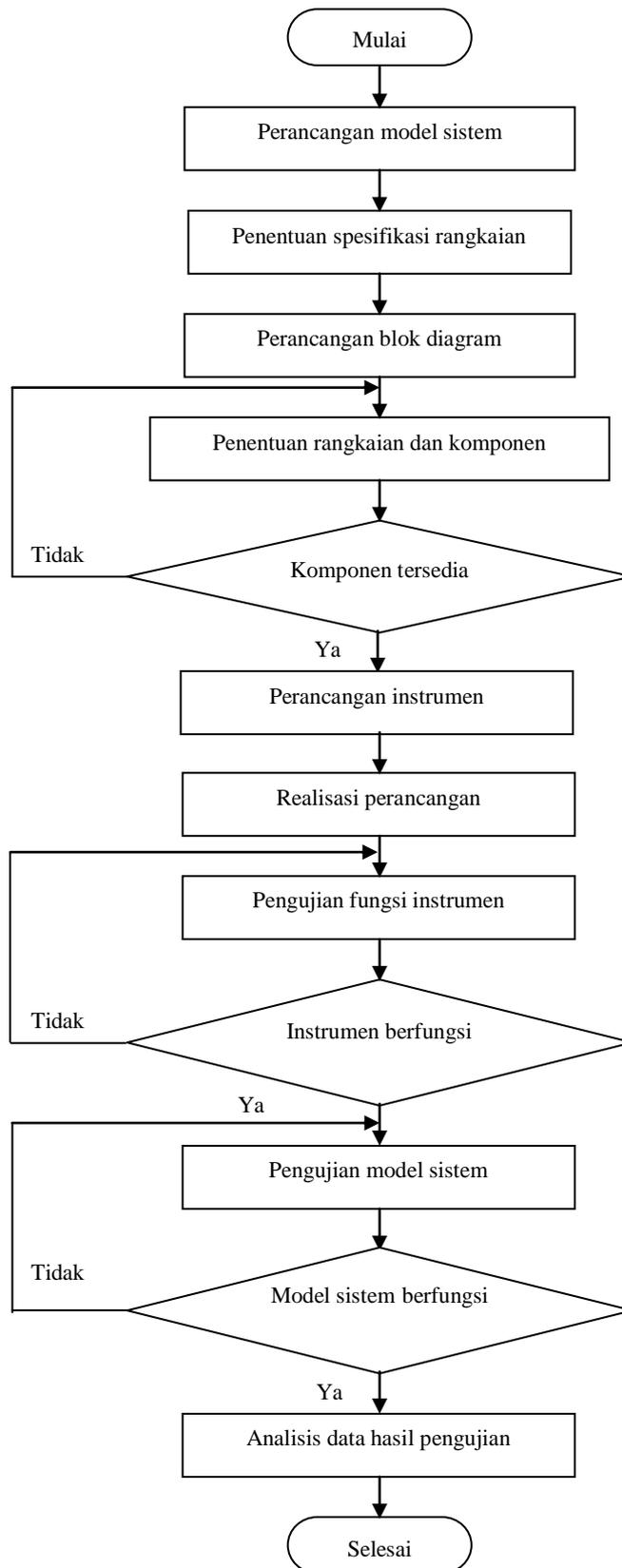
Gambar 1. Penempatan *kite aerial photography*. Transmitter radio beroperasi untuk mengontrol kondisi bumi pada peralatan kamera [4]

Pengoperasian KAP memerlukan dua orang, satu orang untuk menerbangkan layang-layang dan yang lain mengoperasikan radio kontrol. Untuk memobilisasi KAP relatif mudah, sehingga lokasi kamera dapat dengan mudah untuk diubah-ubah tergantung lokasi target yang akan diambil. Pada peralatan kamera KAP dikombinasi dengan fungsi pan dan tilt, hal ini memungkinkan foto udara dapat diambil dalam berbagai orientasi terhadap bumi. KAP mempunyai beberapa kelebihan bila dibandingkan dengan beberapa metode pengambilan foto udara yang lain. Kelebihan ini antara lain pemasangan dan pengoperasian yang cepat dan mudah, jumlah kru yang minimalis, pelatihan untuk kru yang minimalis, peralatan dengan biaya yang ekonomis, dan biaya operasional yang murah. Peralatan KAP ringan dapat dibawa dengan mudah. Kelebihan lain yang dimiliki KAP adalah dapat bertahan pada beberapa kondisi daerah yang sulit dijangkau.

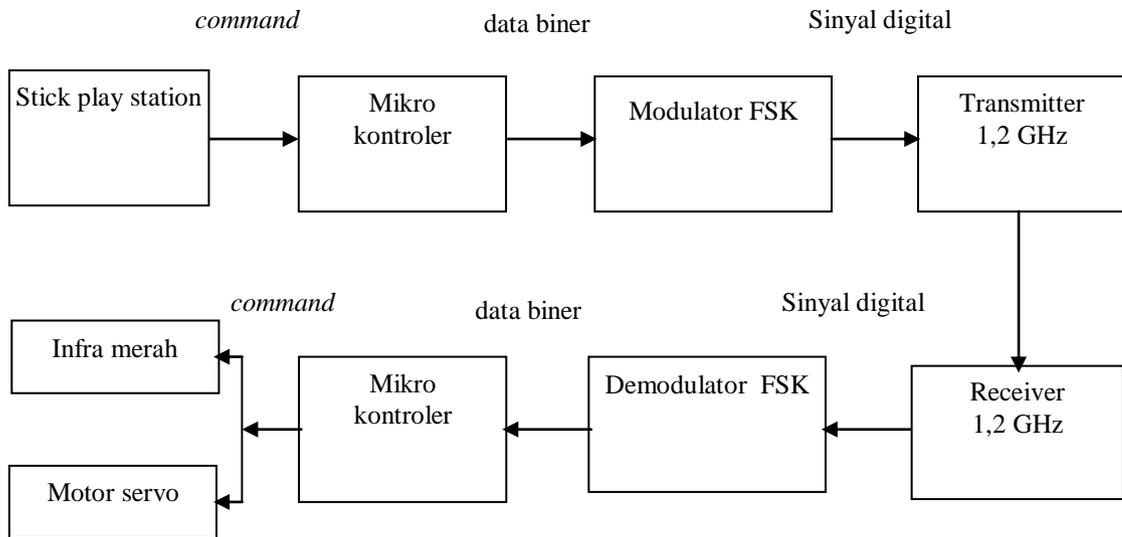
Berdasarkan kelebihan yang dimiliki KAP maka dapat digunakan secara cepat untuk mendokumentasikan kejadian yang berlangsung cepat seperti banjir, kebakaran dll. KAP dapat digunakan juga untuk memonitor kondisi cuaca dan iklim yang berlangsung pada periode tahunan. KAP dapat diaplikasikan dalam beberapa investigasi keilmuan. Carlson [5] memanfaatkan KAP dari sebuah rakit karet untuk mendokumentasikan sarang Penguin di Antartika. Pada belahan bumi yang lain, Bigras [6] memetakan fosil hutan di kutub utara, Kanada, dan Bults [7] dan Gawronski dan Boyarsky [8] menggunakan KAP untuk situs arkeologi di Novaya Zemlya, Rusia. KAP dapat digunakan untuk lingkungan hidup, komersial, pemerintahan, dan aplikasi kesenian. Beberapa contoh berikut ini adalah aplikasi KAP yang sangat bermanfaat dalam penggunaannya.

### C. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan secara sistematis seperti dalam diagram alir Gambar 2 berikut:



Gambar 2. Diagram alir perancangan KAP



Gambar 3. Blok diagram pengiriman command.

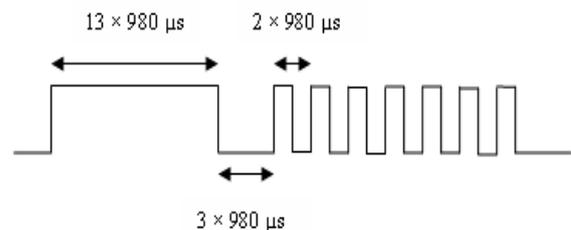
**Perancangan Instrumen**

*Command* (instruksi) dikirim melalui masukan dari *stick play station* yang terhubung ke mikrokontroler, kemudian digit biner tersebut akan disandikan oleh modulator FSK yang selanjutnya akan ditransmisikan oleh transmitter. Sinyal digital tersebut akan diterima oleh perangkat penerima yang kemudian data tersebut akan didemodulasi agar data dapat menjadi digit biner kembali sehingga diterjemahkan oleh mikrokontroler menjadi *command* awal. *Command-command* inilah yang akan dieksekusi oleh inframerah maupun motor servo. Secara fungsional dapat digambarkan pada blok diagram Gambar 3 berikut. Sedangkan transmitter downlink terhubung pada channel video dengan kamera akan mengirimkan gambar video ke receiver di bumi yang dapat dilihat pada TV *tunner*.

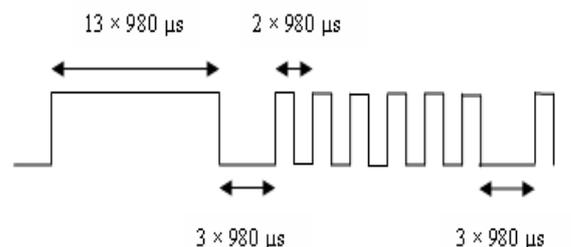
**Electric shutter dan Zooming**

*Command* yang digunakan pada kamera Pentax Optio A20 ada dua macam, yaitu *shutter* dan *zoom*. Adapun *commandnya* berupa sinyal pulsa seperti pada Gambar 4

dan Gambar 5. Sinyal ini didapat dengan cara menangkap pola pulsa *remote control* Pentax Optio A20 dengan osiloskop. Sinyal yang dikirim merupakan hasil modulasi *command* di atas dengan sinyal yang memiliki frekuensi 38 kHz. Proses modulasi dilakukan pada mikrokontroler AT89S52, sehingga keluaran dari mikrokontroler adalah sinyal termodulasi.



Gambar 4. *Command shutter*.

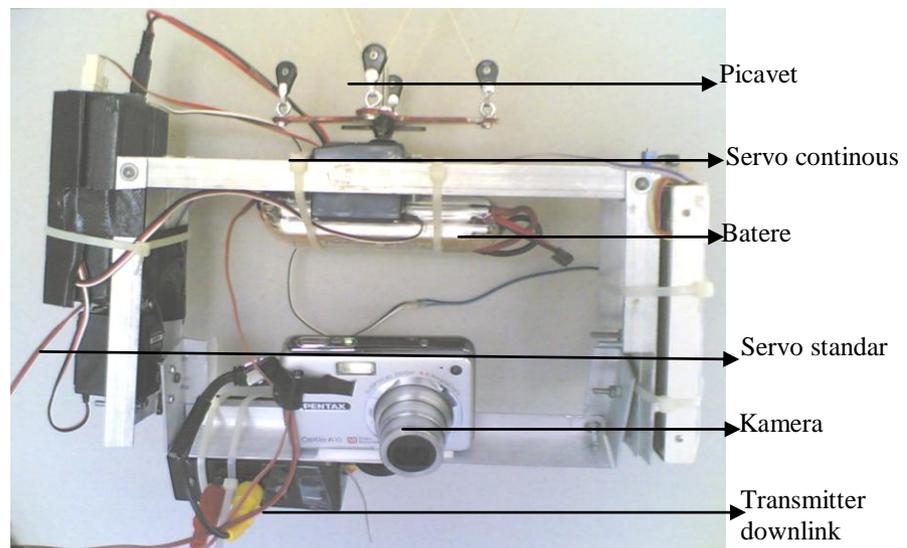


Gambar 5. *Command zoom*.

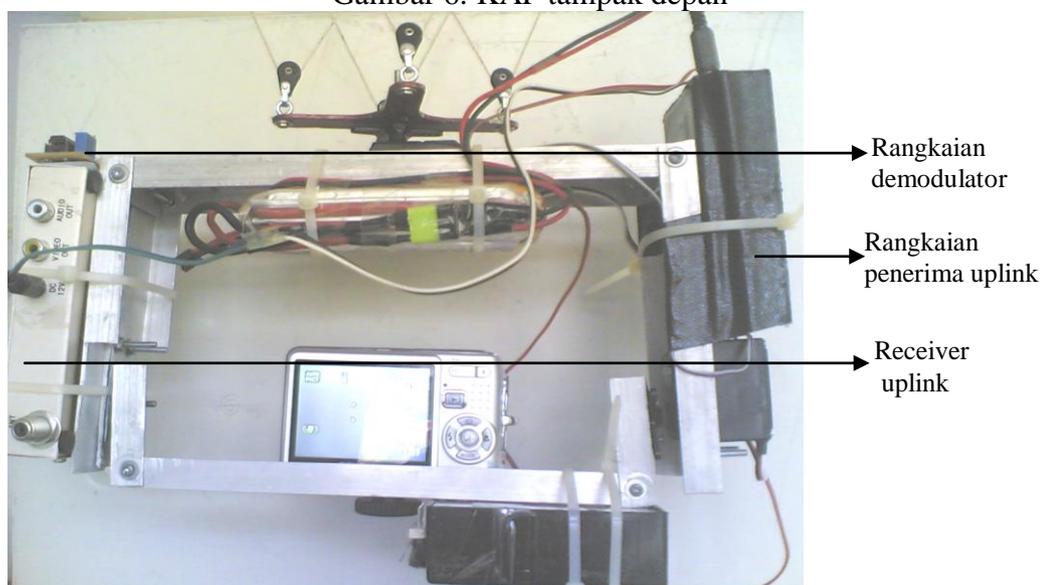
#### D. Hasil dan Pembahasan

Hasil implementasi KAP pada layang-layang dapat dilihat pada Gambar 6 dan Gambar 7. Proses komunikasi data yang terjadi pada KAP meliputi *uplink* dan *downlink*, *uplink* yaitu komunikasi yang terjadi pada *transmitter* di bumi ke *receiver* di rig, sedangkan *downlink* yaitu komunikasi yang terjadi antara *transmitter* di rig ke *receiver* di bumi. Data yang ditransmisikan pada jalur *uplink* adalah

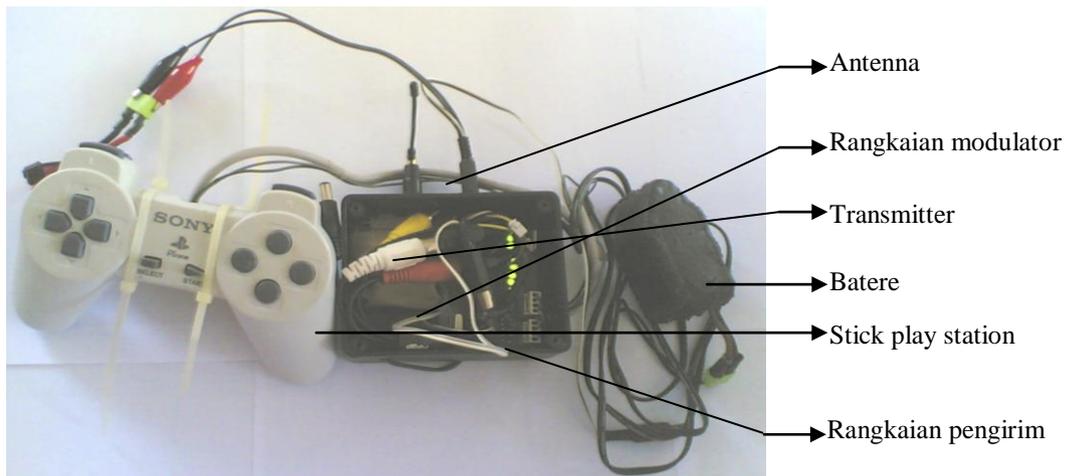
data digital (berupa digit biner 0 dan 1) yang memuat informasi tentang instruksi-instruksi pengiriman data. Instruksi ini dimuat dalam sebuah mikrokontroler yang diprogram dalam bahasa *assembler* sedangkan pada *downlink* adalah data analog (berupa data video)



Gambar 6. KAP tampak depan



Gambar 7. KAP tampak belakang

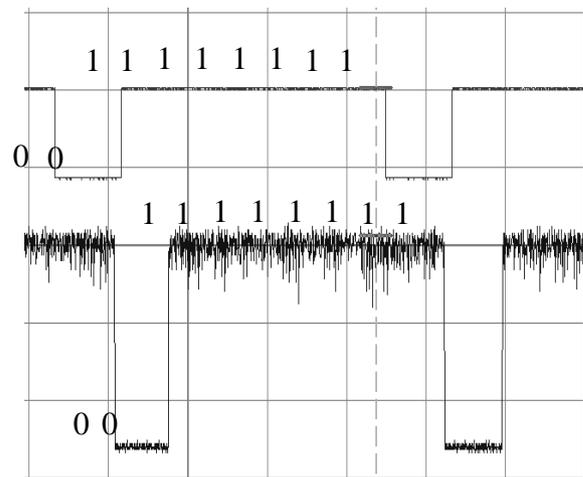


Gambar 8. Instrumen uplink (transmitter).

Perangkat uplink terbagi dalam dua segmen yaitu di bumi dan di angkasa (*rig*). Segmen di bumi terdiri dari stick play station yang terhubung ke rangkaian transmitter dan batere 12 volt sebagai *power supply*, rangkaian modulator FSK serta transmitter. Sedangkan untuk instrumen uplink yang berada di angkasa terdiri dari rangkaian penerima, demodulator FSK serta receiver dan *power supply* berupa batere

Hasil pengamatan dilakukan untuk mengetahui apakah command yang diberikan akan direspon dengan tepat oleh instrumen ini. Tombol-tombol pada stick play station digunakan untuk mengendalikan kerja dari KAP. Misalnya dengan menekan tombol 1 maka motor servo akan membuat posisi kamera miring ke bawah. Untuk mengetahui tepat tidaknya command yang dikirim dapat diketahui dari sinyal yang terlihat di osiloskop, dengan cara menghubungkan sinyal input dari tombol ke osiloskop channel 1 dan menghubungkan sinyal output keluaran demodulator dengan osiloskop pada channel 2 seperti diperlihatkan pada Gambar 9. Demikian juga untuk tombol-tombol yang lain dilakukan pengujian. Setelah semua tombol diuji maka selanjutnya demodulator

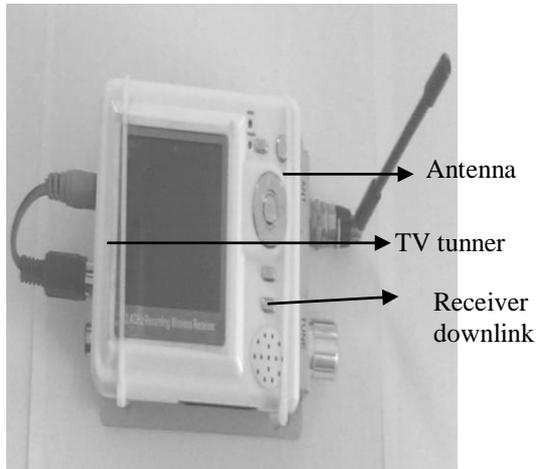
dihubungkan ke aktuator melalui mikrokontroler. Hasil pengujian *elektric shutter, zooming, pan* dan *tilt* pada KAP menunjukkan rangkaian uplink bekerja sebagaimana diharapkan.



Gambar 9. Sinyal input (atas) dan output (bawah) pada tombol 1,  $y_1=2v/div$ ,  $y_2=2v/div$ ,  $t=2ms/div$ .

Sinyal keluaran dari saluran video kamera digital dimasukkan ke video transmitter untuk selanjutnya diterima oleh penerima yang dilengkapi monitor sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 10. Dengan adanya monitor, maka lokasi/obyek yang akan difoto dari udara akan dapat ditentukan lebih akurat. Sebagai contoh

kamera diarahkan untuk mengambil Gambar kolam renang (Gambar 11), menghadap kru (Gambar 12) maupun mengambil gambar layang-layang yang mengangkut rig (Gambar 13).



Gambar 10. Instrumen downlink (TV tuner digabung dengan receiver)



Gambar 12. Kamera menghadap Kru penerbang KAP



Gambar 11. Kolam renang Unila.



Gambar 13. Kamera menghadap layang-layang

## E. Kesimpulan

Sebuah sistem foto udara yang memanfaatkan media layang-layang sebagai pengangkutnya telah berhasil diimplementasikan. Sistem ini terdiri dari instrumen foto, komunikasi data, kendali serta monitor. Perintah kendali dikirimkan dari stasiun bumi ke instrumen foto secara serial dengan modulasi FSK untuk pengaturan shutter, zooming serta posisi kamera agar mengarah kepada lokasi/obyek yang akan difoto. Video streaming di transmisikan ke stasiun bumi menggunakan transmitter 1,2 GHz dan diterima oleh monitor untuk melihat lokasi/obyek yang akan difoto sehingga dihasilkan lokasi/obyek yang diharapkan.

## Daftar Pustaka

- [1] Jensen, J. R. 2000. "Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective". Prentice Hall. New Jersey.
- [2] Warner, W. S., Graham, R. W., and Read, R. E. 1996. "Small Format Aerial Photography". American Society for Photogrammetry and Remote Sensing. Bethesda. Maryland.
- [3] Oh, P. Y., and Green, Bill. 2003. "A Kite and Teleoperated Vision System for Acquiring Aerial Images". Drexel University. Philadelphia
- [4] Aber, J.S., Aber, S. W., "Unmanned Small-Format Aerial Photography From Kites For Acquiring Large Scale, High-Resolution, Multiview-Angle Imagery", Conference Proceedings, Pecora 15/Land Satellite Information IV/ISPRS Commission I/FIEOS, 2002.
- [5] Carlson, J. 1997., "Kiteflying in the freezer", The Aerial Eye 3/2, p. 6-7.
- [6] Bigras, C. 1997. "Kite Aerial Photography of the Axel Heiberg Island Fossil Forest", Proceedings of the Forst North American Symposium on Small Format Aerial Photography". American Society of Photogrammetry and Remote Sensing.
- [7] Bults, P. 1997. "Northeast to Cathay", The Aerial Eye 3/2, p. 6-7.
- [8] Gawronski, J.H.G., and Boyarski, P.V. (eds). 1997. "Northbound with Barents: Russian-Dutch Integrated Archeologic Research on the Archipelago Novaya Zemlya". Uitgeverij Jan Mets. Amsterdam