

## **PENGEMBANGAN SUBSONIK MODEL UNTUK PENGUJIAN KARAKTERISTIK DINAMIK DAN STRUKTUR WAHANA UAV530**

Oleh:  
Yudha Agung Nugroho \*  
Edi Sofyan \*\*

### *Abstrak*

*Terowongan angin subsonik di Lapan telah dipergunakan untuk pengujian statik aerodinamik, baik itu aplikasi aeronautika maupun non-aeronautika. Pengujian dapat dilakukan hingga kecepatan 50 m/det. Pada saat ini, ada kebutuhan untuk melakukan pengujian dinamik UAV530 seperti pengujian pitch damping, pengembangan sistem kontrol terbang, pengujian sistem separasi parasut, dan lain-lain. Untuk keperluan ini maka dibutuhkan sensor, sistem instrumentasi dan model uji yang harus ada di terowongan angin subsonik. Tulisan ini menjelaskan tentang pengembangan semua sistem yang diperlukan untuk melakukan pengujian dinamik dan struktur wahana UAV530.*

*Sistem yang dikembangkan terdiri dari dua bagian, yaitu instrumentasi di Ground (PC-Based) dan instrumentasi yang diletakkan pada wahana terbang roket (On-board). Komunikasi antara PC-Based dengan On-board sistem ini dilakukan secara nir-kabel atau wireless. Sistem wireless ini digunakan untuk mengirimkan data-data utama parameter wahana, seperti data akselerometer, gyroscope, defleksi servo, dan video gerak roket. Begitu juga sebaliknya, instrumentasi Ground mengirimkan sinyal ke mikrokontroler untuk menggerakkan 4 buah sistem servo di dalam wahana terbang. Selain itu, data struktur dalam bentuk pembacaan strain gage dikirim lewat data kabel ke bagian On-Ground menggunakan DAQ dari National Instrument.*

*Kata kunci: Terowongan angin, Data Akuisisi, UAV, Instrumentasi*

### *Abstract*

*The subsonic wind tunnel in Lapan has been used for getting static aerodynamic characteristics of both aeronautic and non-aeronautic models. This tunnel can be used for testing models up to speed 50 m/sec. Recently, there has been a need to use this facility for testing various dynamic phenomena of UAV530 such as pitch damping behavior, testing flight control system, testing parachute recovery separation. This would certainly require different sensors, model support and data acquisition systems. This paper presents the development of these apparatus for performing dynamic testing in the existing subsonic wind tunnel.*

*The developed system consists of two main parts, onboard and Ground systems (PC based). A wireless communication is established between onboard and Ground system. Primary parameters such as accelerometers, rate gyros, servo deflections, video images are transmitted wirelessly. The same system is used to transmit 4 servo deflection commands from the Ground system to the onboard. Whereas structural data in the form of strain gages channels are transmitted via cable to National Instrument DAQ. The system has been completely tested and used in the subsonic wind tunnel for the UAV530 scaled model*

*Keywords: Wind tunnel, Data acquisition, UAV, Instrumentation*

---

\* Pusat Teknologi Dirgantara Terapan LAPAN

\*\* Pusat Teknologi Wahana Dirgantara LAPAN

## 1. PENDAHULUAN

Terowongan angin subsonik merupakan salah satu fasilitas pengujian aerodinamik yang dimiliki oleh LAPAN. Terowongan angin subsonik ini digunakan untuk melakukan pengujian aeronautik dan *non-aeronautics* seperti turbin angin, sistem transportasi, model tower dan bangunan. Terowongan ini mempunyai *test section* yang cukup besar yakni 1.75mx2.25m dengan panjang sekitar 10m. Kecepatan aliran yang bisa dicapai hingga 50 m/det. Gambar 1 memperlihatkan contoh beberapa pengujian yang dilakukan di terowongan angin subsonik di Lapan.



Gambar 1.1. Beberapa pengujian *aeronautic* dan *non-aeronautic* yang dilakukan di terowongan angin subsonik di Lapan

Terowongan angin ini telah dilengkapi dengan sistem instrumentasi *sting balance internal* dan *external*. Sistem ini biasanya digunakan untuk mendapatkan karakteristik statik aerodinamik seperti drag, lift dan moment. Ini berarti bahwa model uji harus dipasang tetap (*fixed*) di *sting balance* selama pengujian berlangsung. Namun untuk melakukan pengujian untuk mendapatkan karakteristik dinamik, instrumentasi dan model yang ada tidak dapat langsung digunakan. Dengan demikian sistem yang baru harus dikembangkan untuk keperluan ini, khususnya untuk mendapatkan karakteristik dinamik UAV530. Selain itu sistem yang baru perlu dirancang untuk dapat digunakan sebagai test uji untuk melakukan studi sistem kontrol yang sedang dikembangkan untuk UAV530 [Sofyan, 2006].

Tulisan ini menentangakan pengembangan sistem pengujian di terowongan

angin subsonik, baik itu persiapan model uji, maupun sistem instrumentasi yang diperlukan., khusu snya untuk keperluan wahana UAV530.

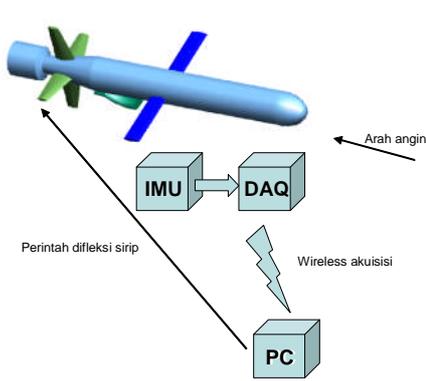
## 2. KONSEP PENGEMBANGAN

Secara Teknis, sistem instrumentasi yang dibuat dirancang agar dapat digunakan untuk :

1. Melakukan pengukuran data dinamika wahana di terowongan angin secara *wireless*, serta menampilkan dan menyimpannya secara real-time.
2. Bisa melakukan komando *setting* dan defleksi bidang kendali, yang sepenuhnya dilakukan secara *online* dengan perangkat lunak LabView.
3. Mampu menampilkan data video yang berguna untuk melihat perubahan sikap/*attitude* roket.
4. Mampu melakukan pengukuran kekuatan struktur model dengan pemasangan *strain gages* dan *pressure trunducer*.
5. Mampu melakukan pengukuran torsi pada sirip dan perubahan momen *pitch* dan *yaw* yang dihasilkan.

Konsep pengembangan pada dasarnya dibagi menjadi dua bagian; sistem *onBoard* dan *OnGround*.

1. Sistem Instrumentasi *onGround* (PC-Based)  
Sistem ini berbasis PC dengan perangkat lunak LabView beserta kartu DAQ. Sistem inilah yang akan menyimpan semua data pengukuran dan pengujian, lalu menampilkannya secara *real-time*. Sistem telemetri *MaxStream* digunakan disini dengan frekuensi 2.4GHz. Data pengukuran yang di kelola meliputi data-data *input* dan *output* dari sistem *close-loop* komunikasi data pengujian. Data-data tersebut adalah :
  - a. Data *Input* dinamika wahana, antara lain 4 data potensio/*encoder* dari defleksi bidang kendali roket, 1 data video, dan 6 data digital dari 3-axis aksel, dan 3-axis gyro.
  - b. Data *Output*, yaitu 4 data komando (perintah) untuk menggerakkan servo motor di sirip.



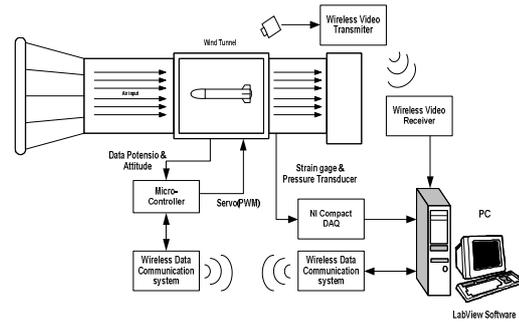
Gambar 2.1 Konsep Pengembangan terdiri dari bagian onBoard dan onGround

2. Sistem On-board: Sistem ini terletak di dalam wahana terbang roket. Komponen utama dari sistem *On-board* ini adalah mikrokontroler *Rabbit RCM3400* yang menerima data analog dari masing-masing sensor akselerometer dan *rate gyro* (IMU), serta menerima sinyal *encoder* yang membaca perubahan defleksi bidang kendali sirip. Sistem sensor IMU ini telah dikembangkan oleh penulis sebelumnya (Eko Putro, 2006). Mikrokontroler ini juga mengolah sinyal komando dari sistem instrumentasi di *Ground* dan menerjemahkannya menjadi masukan bagi perintah gerak servo *controller*.

Kedua sistem instrumentasi diatas dilakukan secara *close-loop* dan dilakukan dengan melalui sistem transmisi data nir-kabel (*wireless system*).

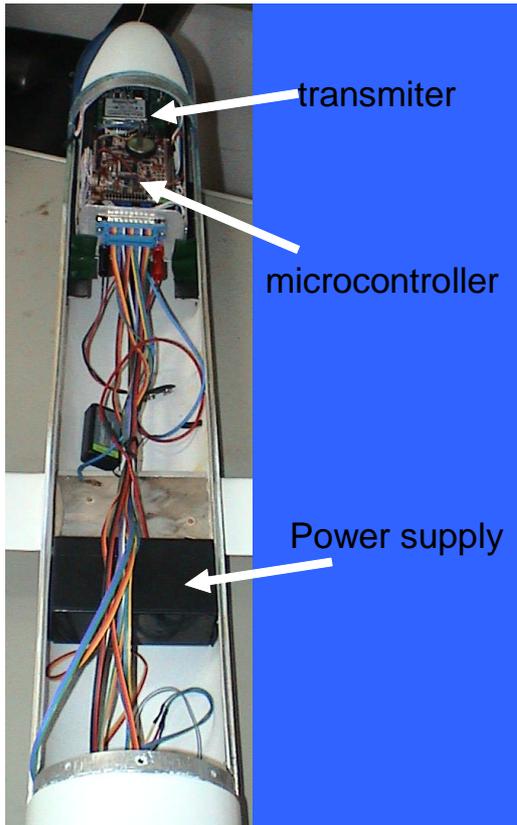
### 3. IMPLEMENTASI SISTEM

Sistem Instrumentasi data akuisisi pada terowongan angin subsonik ini pada dasarnya dapat dilihat pada gambar 3.1.



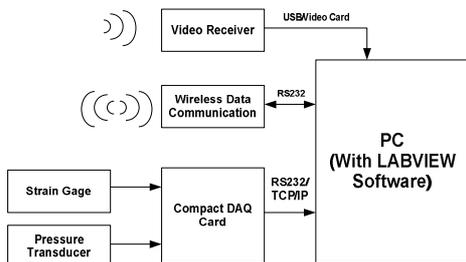
Gambar 3.1. Set up data akuisisi di terowongan angin subsonik

Wahana roket yang terletak di dalam terowongan angin subsonik, diperlengkapi dengan berbagai macam sensor seperti akselerometer dan *gyroscope*, potensiometer/*encoder*, dan sisem servo (PWM). Untuk sensor akselerometer dan gyroskop dikirimkan oleh sistem instrumentasi *On-board* dalam bentuk data digital. Sedangkan untuk data lainnya secara keseluruhan, data-data pengukuran tersebut diolah di dalam sistem instrumentasi *On-board* dan dikirim ke sistem instrumentasi *Ground* melalui komunikasi nir-kabel dengan format RS-232 atau TCP/IP. Sedangkan data sensor *strain-gauge* dan *pressure transducer* dikirim langsung melalui komunikasi kabel ke sistem instrumentasi *Ground* dengan menggunakan kartu DAQ. Adapun data video dikirim langsung melalui sistem transmisi video ke sistem instrumentasi *Ground*. Gambar-4 memperlihatkan penempatan *hardware* onBoard di dalam model roket yang akan diuji.



Gambar 3.1. Penempatan data Akuisisi On-Board yang telah dipasang di dalam model roket UAV530

Komunikasi data yang dikirimkan oleh *On-board system* akan diterima oleh sistem Instrumentasi *Ground*, untuk selanjutnya akan melalui proses pengolahan data di PC dan akan memberikan umpan balik kembali (*close-loop system*) ke sistem instrumentasi *On-board* melalui komunikasi data nir-kabel juga. Gambar 3.2 menjelaskan Sistem data akuisisi *Ground* nir-kabel.



Gambar 3.2. Sistem Data Akuisisi Ground

Data informasi orientasi sikap roket selama pengujian terowongan angin subsonik beserta data *encoder* yang ditransmisikan langsung ke *Ground*, akan diterima oleh sistem penerima nir-kabel (*Wireless receiver communication*) dan langsung diolah di PC dengan menggunakan *software* LabView. Data

tersebut akan ditampilkan secara real-time dan sekaligus disimpan dalam format tertentu, sehingga kita dapat melihat secara langsung orientasi sikap roket selama pengujian terowongan angin. Disamping data sensor akselerometer, giroskop, dan *encoder*, sistem instrumentasi *Ground* juga menerima data video yang juga akan langsung ditampilkan di PC.

Di Luar dari komunikasi data nir-kabel (*wireless communication*), *Ground system* juga menerima data tambahan dari *strain-gauge* dan *pressure transducer* yang dikirimkan dari sistem terowongan angin melalui komunikasi kabel ke sistem instrumentasi *Ground* (Gambar-3.3). Data yang dikirimkan melalui kabel ini terlebih dahulu akan diolah di *Compact DAQ Card* sebelum data tersebut dapat ditampilkan di PC.



Gambar 3.3. model UAV530 untuk pengujian struktur dengan strain gage pada sayap dan sirip

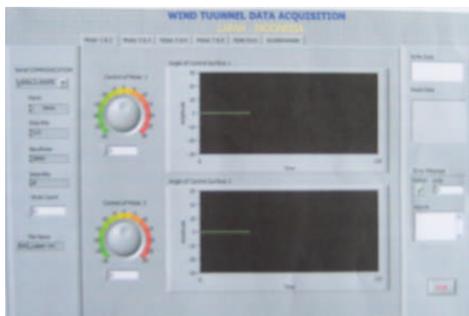
#### 4. PENGUJIAN MODEL UAV530 DI TEROWONGAN ANGIN

Sistem Data akuisisi ini telah di uji coba, baik dengan melakukan simulasi data random, maupun dengan melakukan simulasi data dari sensor IMU 6 DoF yang telah dimiliki oleh bidang kendali. Gambar 4.1 memperlihatkan model UAV530 yang sedang diuji.

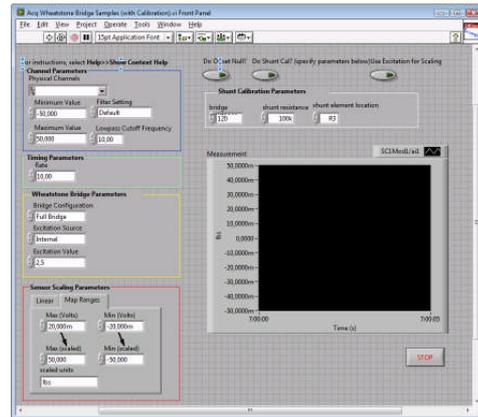


Gambar 4.1. Model Uav530 yang sedang diuji di terowongan subsonik

Pengolahan-pengolahan data di sistem data Akuisisi *Ground* dilakukan di PC dan dengan menggunakan perangkat lunak *software* LabView. Gambar 4.2 di bawah adalah tampilan LabView untuk memonitor sinyal sensor yang diterima. Sedangkan Gambar 4.3 memperlihatkan pembacaan data *strain gage* yang ada di model yang sedang diuji.

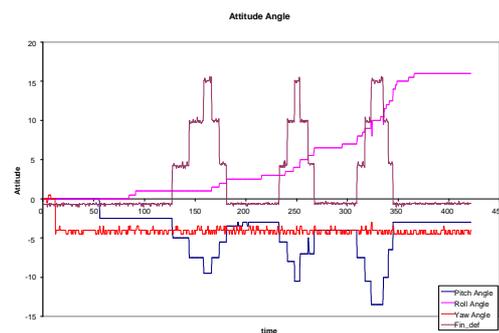


Gambar 4.2. Tampilan panel untuk control servo dan potensiometer

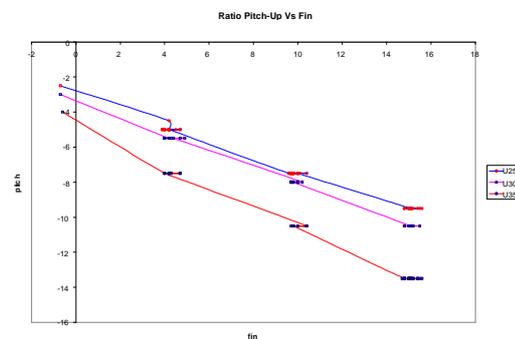


Gambar 4.3. Tampilan panel data strain gage yang terukur di model UAV530

Gambar-4.4 memperlihatkan hasil dari pengujian dinamik UAV530, didapatkan dari pembacaan IMU yang ditempatkan di dalam model. Gambar-4.5 memperlihatkan hasil pengolahan data, dimana terlihat ada hubungan yang cukup linier antara defleksi sirip elevator terhadap sudut *pitch* trim yang didapat.



Gambar 4.4. Data dinamik yang didapat dari rate gyro wahana UAV530



Gambar 4.5. Data dinamik hasil pemrosesan yang menunjukkan hubungan linear defleksi fin terhadap sudut pitch

## 5. KESIMPULAN

Sistem Data Akuisisi untuk pengujian dinamika wahana di terowongan angin telah dirancang, dibuat dan diujicobakan ke model wahana UAV530. Efektifitas dan Keandalan Sistem Pengolahan Data Akuisisi secara nir-kabel dapat menyederhanakan prosedur pengujian di terowongan.

## UCAPAN TERIMA-KASIH

Terima-kasih kepada PT AsiaTek dan timnya yang telah membantu merealisasikan perancangan data akuisisi ini dalam bentuk *hardware* dan *software*. Serta kepada personil Unit Uji Aerodinamika yang telah membantu

dalam penyiapan pengujian model di terowongan angin.

## DAFTAR PUSTAKA

- Eko Putro, I. A., Endro; Sofyan, Edi (2006). *Pengembangan sistem data akuisisi untuk pengujian terbang rpv dan roket*. SEMINAR NASIONAL TELIMEK LIPI, Bandung 27-28 Juli 2006.
- Sofyan, Edi, 2006, *Program Pengembangan Roket Kendali*, SEMINAR NASIONAL TELIMEK LIPI, Bandung 27-28 Juli 2006.