

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM SENSING DAN GROUND SEGMENT UNTUK QUADROTOR APTRG

Riyadhi Fernanda^{*)}, Fajar Septian^{*)}, Nurmajid Setyasaputra^{**)}, Burhanuddin Dirgantoro^{*)}
^{*)} Aeromodelling and Payload Telemetry Research Group (APTRG) Universitas Telkom
^{**)} Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh, LAPAN
 e-mail: riyadhi07@gmail.com

Abstract

This paper describes the design and realization of the Sensing System Ground Segment for AMUAS. In Quadrotor Test contains various sensors for monitoring and surveillance of a particular place. The sensors will measure parameters such as compass, accelerometer, temperature, pressure, altitude, and also visualization place monitored. Sensing system is controlled using a microcontroller and delivery of data using the XBee-PRO, so that the sensing system can be used to obtain the data in real time in the Ground Segment (GS).

Key Words: *APTRG Quadrotor, System Sensing, Telemetry*

Abstrak

Paper ini menjelaskan tentang perancangan realisasi Sistem Sensing dan *Ground Segment* untuk AMUAS. Pada *Quadrotor Test* berisi berbagai macam sensor untuk melakukan pemantauan dan pengawasan pada suatu tempat. Sensor tersebut akan mengukur parameter seperti kompas, akselerometer, suhu, tekanan, ketinggian, dan juga visualisasi tempat yang dipantau. Sistem sensing dikendalikan dengan menggunakan mikrokontroler dan pengiriman datanya menggunakan Xbee-PRO, sehingga sistem sensing tersebut dapat digunakan untuk mendapatkan data secara *real time* di *Ground Segment* (GS).

Kata Kunci: *APTRG Quadrotor, System Sensing, Telemetry*

1. Pendahuluan

Pemantauan dan pengukuran sebenarnya cukup mudah untuk dilakukan, dengan membawa alat ke lokasi, melakukan pengukuran, dan mendapatkan hasil dari pemantauan dan pengukuran tersebut. Data yang didapat pada umumnya dianalisa untuk mendapatkan informasi dan bahan penelitian, yang nantinya akan berguna bagi kepentingan masyarakat. Tetapi bagaimana jika lokasi yang akan dituju sulit untuk dijangkau dan rawan bencana, maka hal tersebut dapat jadi penghambat yang berarti dan akan mengeluarkan dana yang tidak sedikit bila harus pergi ke tempat tersebut untuk melakukan pengukuran dan pemantauan langsung di sana.

Ada alternatif lain untuk memudahkan mencapai tempat yang sulit dijangkau, dan tetap bisa melakukan pemantauan dan pengukuran. Yaitu dengan menggunakan sebuah alat yang dikendalikan dari jauh, dan berisi sensor-sensor yang dibutuhkan untuk pengukuran sehingga dapat mengukur parameter-parameter yang ingin diketahui dari tempat berbeda. Alat ini memuat sistem pengukuran menggunakan sensor yang dapat mengukur suhu, tekanan, ketinggian dan melakukan pemantauan dengan menggunakan kamera.

Sistem *sensing* yang dibuat ditempatkan pada *quadcopter*. Alat ini terdiri dari sensor CMPS10 untuk mendapatkan data kompas, sikap alat, dan akselerometer. Sensor HP03S untuk mendapatkan data suhu dan tekanan. Sensor *ultrasonic* untuk mengukur ketinggian dan juga kamera *wireless* untuk memantau tempat yang sulit dijangkau. Setiap sensor akan dikendalikan menggunakan mikrokontroler ATmega16 dan semua data dari sensor yang terhubung pada mikrokontroler akan diproses secara otomatis sesuai dengan program yang dibuat. Data yang telah didapat dikumpulkan dan akan langsung dikirimkan kesisi *ground segment* menggunakan *wireless module*.

2. Fungsi Utama Sistem

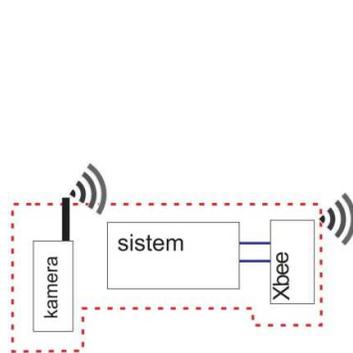
Sistem *sensing* yang digunakan untuk mengawasi dan memantau keadaan suatu tempat yang nantinya akan menghasilkan data suhu, tekanan, ketinggian, kemiringan, dan juga data gambar ini memiliki beberapa bagian, yaitu:

- a. Parameter,
- b. Sensor,
- c. ATmega16,
- d. Xbee-PRO,
- e. Receiver kamera, dan
- f. Computer.

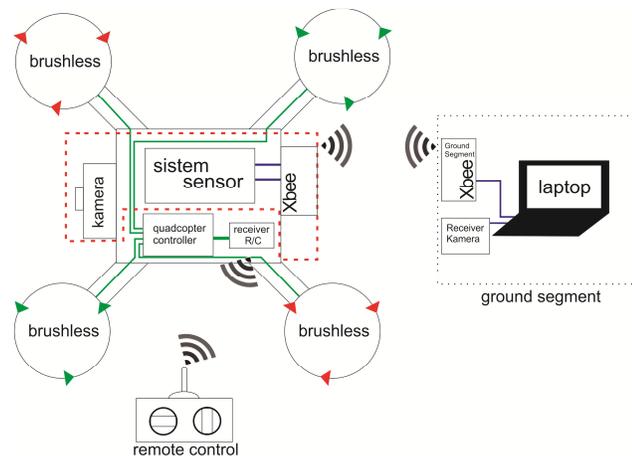
Sensor HP03S akan mengukur suhu, tekanan dan juga ketinggian dari permukaan laut, lalu CMPS10 mengukur kemiringan dataran yang diamati, juga akan menunjukkan arah hadap dari *quadcopter*. *Ultrasonic range sensor* akan mengukur ketinggian dari tempat terdekat yang ada di bawah *quadcopter*. Dan yang terakhir kamera *wireless* akan mengirimkan video ke komputer. Spesifikasi dari sistem *sensing* yang dibuat ini adalah sebagai berikut:

1. Mikrokontroler ATmega 16 sebagai antarmuka dari sensor ke *wireless module* Xbee-PRO.
2. Sensor CMPS10
3. Sensor suhu dan tekanan DT-Sense *Barometric Pressure & Temperature Sensor*.
4. Sensor jarak HC-SR04.
5. Catu Daya berupa baterai dengan keluaran 5 Volt.
6. *wireless module* Xbee-PRO.

Sistem *sensing* dimuat pada *quadcopter* yang berukuran 45cm x 45 cm (Gambar 2-1 dan 2-2), diletakkan di tengah dan di dalam *chasing* berbentuk bulat berdiameter 10cm.



Gambar 2-1 Sistem Sensing pada Quadcopter



Gambar 2-2 Sistem Keseluruhan pada Quadcopter

2.1 Perancangan dan Realisasi Hardware

Pada perancangan *hardware* sistem *sensing* untuk pengawasan dan pemantauan ini dilakukan dalam enam langkah yaitu perancangan alat ukur akselero dan kompas, perancangan alat ukur ketinggian, perancangan alat ukur suhu dan tekanan udara, perancangan sismin dan catu daya, koneksi kamera ke receiver yang terhubung pada komputer serta perancangan koneksi perangkat *wireless module* dari perangkat ke komputer.

2.1.1 Perancangan Alat Ukur Akselerometer, pitch, roll, dan Kompas

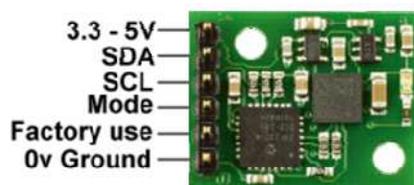
Menggunakan sensor CMPS10, berkomunikasi dengan mikrokontroler melalui jalur I²C, yaitu menggunakan 2 pin pada mikrokontroler (Gambar 2-3). Pin yang digunakan pada ATmega16 untuk komunikasi I²C yaitu SDA PINC.1 dan SCL PINC.0. Alamat *device* adalah 0xC0 dalam bentuk hexa. Pemilihan sensor CMPS 10 dikarenakan sensor ini dapat digunakan untuk kompas, kemiringan, dan akselerometer sekaligus. Lebih unggul dibanding pendahulunya yang hanya bisa untuk kompas yaitu sensor CMPS03

CMPS10 dapat mengeluarkan data kompas, *roll*, *pitch*, *yaw*, kselerometer, dan magnetometer. Pada proyek akhir ini data yang dipakai adalah kompas, *roll*, *pitch*, dan akselerometer, *yaw* tidak diperlukan karena nilainya sama dengan data kompas, sedangkan magnetometer tidak digunakan. Nilai *roll* dan *pitch* memiliki rentang dari 0-255, dan akan dikonversi menjadi $\pm 0-85$ di sisi *ground segment*. Nilai kompas adalah 0-359 yang merupakan satu putaran penuh. Dan terakhir adalah nilai akselerometer, memiliki rentang dari 0-300, yang merepresentasikan nilai 3g, dimana 1 g adalah perpindahan data setiap bernilai 100.

2.1.2 Perancangan Alat Ukur Suhu dan Tekanan Udara

HP03S adalah sebuah modul sensor digital untuk mengukur tekanan relatif dan suhu yang memiliki keluaran digital dan telah terkalibrasi. Sensor ini menggunakan *interface* I²C ke mikrokontroler yaitu menggunakan 2 pin pada mikrokontroler. Pin yang digunakan pada ATmega16 untuk komunikasi I²C yaitu SDA PINC.1 dan SCL PINC.0. Alamat *device* yang digunakan adalah 0xE4 dalam bentuk hexa. Pada Proyek akhir ini digunakan modul sensor DT-Sense *Barometric Pressure & Temperature Sensor* yang berisikan sensor HP03S. Sensor ini dipilih karena bisa mengukur tekanan yang nantinya akan dikonversi ke dalam ketinggian, sehingga dapat mengetahui seberapa tinggi dataran yang diukur.

$$altimeter_{kalibrasi} = (76 - (pressure * 0.075)) * 100 \quad (2-1)$$



Gambar 2-3 Konfigurasi Pin pada CMPS10



Gambar 2-4 DT-Sense Barometric Pressure & Temperature Sensor

2.1.3 Perancangan Alat Ukur Ketinggian

Alat ukur ketinggian yang digunakan adalah jenis HC-SR04 yang merupakan *ultrasonic ranging module*. Prinsip kerja pengukuran jarak dengan mentransmisikan sinyal *ultrasonic* ke objek yang nantinya akan memantulkan kembali sinyal tersebut ke sensor HC-SR04. Menggunakan PINB.0 untuk *trigger* agar sensor untuk mulai mengukur jarak, dan PINB.1 untuk *echo*, yaitu untuk membaca seberapa jauh jarak berada (Gambar 2-5). HC-SR04 memiliki harga yang relatif lebih murah dibanding dengan sensor *ultrasonic* jenis lainnya, dengan kinerja yang hampir sama.



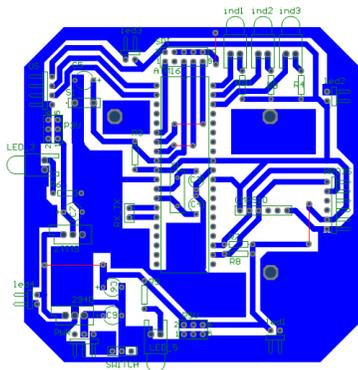
Gambar 2-5 Konfigurasi Pin Range Sensor

Pada penggunaannya *trigger* berfungsi untuk memicu sensor agar mulai mengukur jarak, sedangkan *echo* berfungsi untuk membaca lama pantulan yang terjadi, sehingga mikrokontroler dapat menghitung jarak dengan rumus pendekatan yang telah dikalibrasi secara manual.

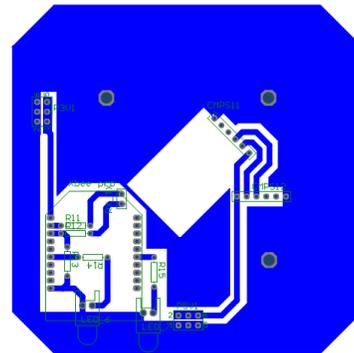
$$d_{kalibrasi} = \frac{t_{pantulan\mu S}}{48} \quad (2-2)$$

2.1.4 Perancangan Sismin

Sismin adalah rangkaian sistem minimum mikrokontroler yang dibuat seminimum mungkin sesuai dengan sistem yang dirancang. Proyek akhir ini sismin yang dirancang memiliki beberapa blok yaitu blok catu daya, konektor I/O seperti sensor dan LED, blok serial, dan blok mikrokontroler. Ukuran atau dimensi sismin disesuaikan dengan tempat yang sudah ada di *quadcopter*, yaitu 9cm x 9cm, dan terdiri dari dua lapis, lapis pertama berisi blok catu daya, serial, dan mikrokontroler. Lapis kedua berisi konektor I/O sensor yang letaknya telah disesuaikan agar data yang dikeluarkan sensor sesuai dengan keadaan lokasi yang diukur. Sedangkan desain PCB yang nantinya akan dicetak dan digunakan untuk menempatkan semua komponen yang telah ada pada gambar skematik. Gambar 2-6 hingga 2-8 berikut adalah desain PCB untuk seluruh sistem.



Gambar 2-6 Desain PCB Lapis Pertama



Gambar 2-7 Desain PCB Lapis Kedua

Gambar 2-8 Realisasi Sistem *Sensing*

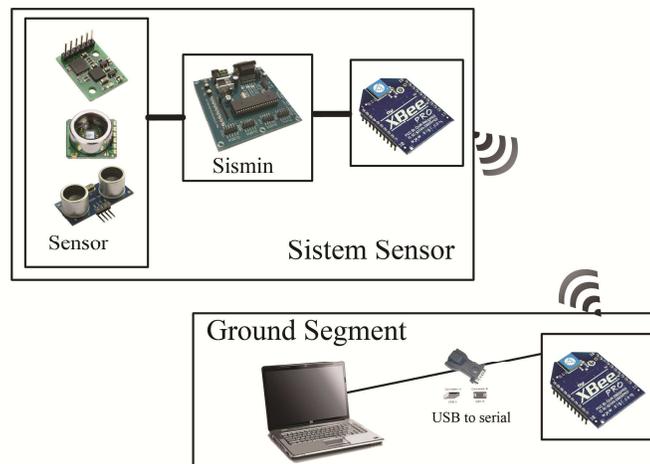
2.1.5 Koneksi Kamera Wireless ke Komputer

Kamera yang digunakan untuk pemantauan pada proyek akhir ini, adalah kamera *wireless* yang berdimensi kecil. Terdiri dari satu buah kamera, dan juga *receiver* yang digunakan untuk penerima pada komputer dengan menggunakan *port* USB (Gambar 2-9).

Gambar 2-9 Skema Koneksi Kamera *Wireless* ke Komputer

2.1.6 Perancangan Telemetri

Wireless module Xbee-PRO digunakan untuk menghubungkan sismin ATmega16 ke komputer, sehingga data dapat diterima di komputer dan dapat di-*monitoring* melalui GUI yang sudah disusun untuk memudahkan pembacaan data dari sensor. Menggunakan komunikasi serial ke mikrokontroler untuk transfer data, yaitu pada pinD.0 sebagai Rx dan pinD.1 sebagai Tx (Gambar 2-10).



Gambar 2-10 Skema Pengiriman Data Telemetri

2.2 Perancangan dan Realisasi Software

2.2.1 Sistem Sensing

Pada perancangan *software* sistem *sensing* untuk mikrokontroler dilakukan dalam empat langkah yaitu perancangan sensor CMPS10, perancangan program DT-Sense *Barometric Pressure & Temperature Sensor* (HP03S), perancangan program alat ukur ketinggian (HC-SR04), dan perancangan program koneksi perangkat *wireless Module Xbee-PRO* ke komputer.

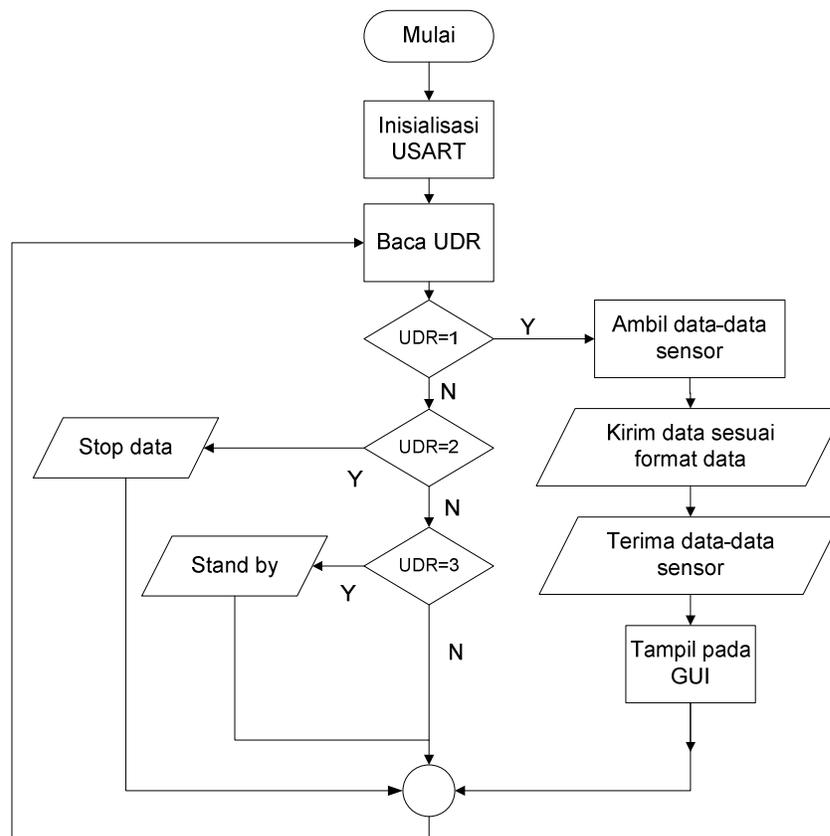
2.2.2 Telemetri

Pada proses telemetri ada beberapa hal yang harus dilakukan. Pertama adalah proses perancangan format data yang akan dikirim dari sisten *sensing* ke GS. Sedangkan yang kedua adalah proses *telecommand* dari GS ke sistem *sensing* (Gambar 2-12), dengan format data seperti pada Gambar 2-11.

| | | | | | | | | | | | |
|------------|--------|------------|--------|--------------|---------|---------------|---------|------------------|---------|------------------------|---------|
| Byte 1,2,3 | Byte 4 | Byte 5,6,7 | Byte 8 | Byte 9,10,11 | Byte 12 | Byte 13,14,15 | Byte 16 | Byte 17,18,19,20 | Byte 21 | Byte 22,23,24,25,26,27 | Byte 28 |
| ACC | 20H | roll | 20H | pitch | 20H | compass | 20H | Themp. | 20H | Pressure | 20H |

| | | | | | | |
|----------------|---------|---------------|---------|---------------|---------|---------------|
| Byte 29,30,31, | Byte 32 | Byte 33,34,35 | Byte 36 | Byte 37,38,39 | Byte 40 | Byte 41,42,43 |
| X | 20H | Y | 20H | Z | 20H | US |

Gambar 2-11 Format Data Telemetri Sistem *Sensing*



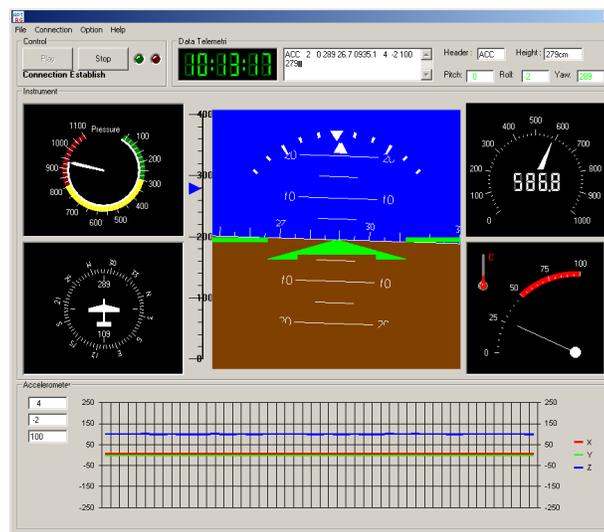
Gambar 2-12 Diagram Alir Proses *Telecommand*

2.2.3 Ground Segment

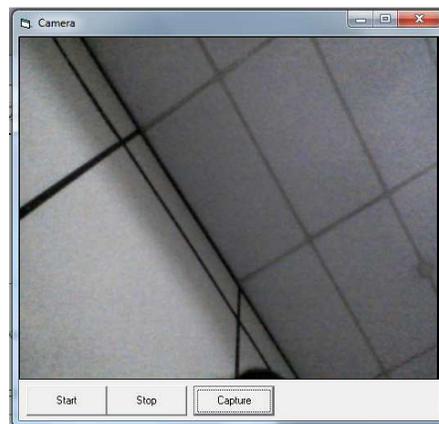
Pada *Ground Segment* hal yang terpenting adalah membuat *Graphical User Interface* yang *User Friendly*, sehingga orang awam dapat mengerti maksud dari data yang diterima (Gambar 2-13). Pada Realisasinya ada dua jenis GUI yaitu GUI untuk Sistem *Sensing* yang memberikan informasi tentang *Attitude* dari *Quadrotor* dan GUI untuk kamera yang memberikan informasi visual (Gambar 2-14 dan 2-15). Selain itu *Ground Segment* juga dilengkapi dengan fitur *log database*, sehingga data dapat disimpan dan dapat dilihat kembali. Pada program ini digunakan *Activex Control* untuk menghasilkan tampilan GUI. *Activex Control* yang digunakan pada program ini adalah sebagai berikut:

- Iocomp Analog Pack
- Iocomp Digital Pack
- Iocomp Professional Component Pack
- GMS Aircraft Instrument Activex Control

Dengan menkonfigurasi *Activex Control* ini semua data yang telah di parsing berdasarkan parameter sensornya bisa diinput pada komponen yang sesuai.



Gambar 2-13 Realisasi GUI *Ground Segment* untuk Sistem *Sensing*



Gambar 2-14 Realisasi GUI Kamera



Gambar 2-15 Hasil Mosaic Gambar Kamera

3. Kesimpulan

Dengan menggunakan sistem *sensing* yang dipasang pada *quadrotor* maka kita dapat melakukan *monitoring and surveillance* dari *Ground Segment* secara *realtime*. Sensor tersebut juga sekaligus dapat menjadi arah navigasi bagi *quadrotor*. Jarak yang baik untuk melakukan telemetri dengan menggunakan X-bee Pro adalah pada 70-80 m. *Sensing* dapat diaktifkan dan dinon-aktifkan melalui *Telecommand* dari *Ground Segment*. Pada *quadrotor* juga dipasang kamera yang berfungsi untuk mendapatkan bentuk visualisasi langsung dari udara.

4. Daftar Rujukan

- Fernanda, R. 2012. “*Desain dan Perancangan Graphical User Interface pada Ground Segment untuk Sistem Telemetri Aero-Robotik*”. Proyek Akhir Ahli Madya Institut Teknologi Telkom Bandung.
- Septian, F. 2012. “*Desain dan Implementasi Sistem Sensor pada Aero Robotik untuk Pemantauan dan Pengawasan*”. Proyek Akhir Ahli Madya Institut Teknologi Telkom Bandung.
- Setyasaputra, N. 2011. “*Desain dan Implementasi Stasiun Cuaca Otomatis Berbasis Mikrokontroler dengan RF Module di Kampus IT Telkom*”. Proyek Akhir Ahli Madya Institut Teknologi Telkom Bandung.
- Winoto, A. 2008. “*Mikrokontroler AVR Atmega 8/32/16/8535 dan Programannya dengan Bahasa C pada WinAVR*”. Informatika:Bandung.
- Heryanto, A. 2007. “*Programan Bahasa C untuk Mikrokontroler Atmega 8535*”. ANDI:Yogyakarta