

PERANCANGAN *HUMAN MACHINE INTERFACE* (HMI) SEBAGAI SISTEM NAVIGASI PADA *QUADCOPTER* BERBASIS C#

Khoe Happy Gunawan^{*)}, Aris Triwiyatno, and Budi Setiyono

Departemen Teknik Elektro, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudharto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

^{*)E-mail: qiuw_happy@yahoo.co.id}

Abstrak

Unmanned aerial vehicle atau biasa disebut UAV merupakan pesawat tanpa awak yang kini mulai banyak digunakan dalam berbagai kegiatan, diantaranya pemetaan, fotografi, dan untuk menjangkau lokasi yang sulit dicapai manusia secara langsung. Salah satu jenis UAV yang banyak digunakan saat ini adalah quadcopter. Untuk melakukan fungsinya secara optimal tentulah quadcopter membutuhkan perangkat pendukung diantaranya kamera, sensor, dan sistem human machine interface (HMI) sehingga operator dapat memantau dan menjalankan quadcopter tersebut secara optimal. Dalam Penelitian ini dirancang sistem navigasi pada quadcopter yang meliputi system transmisi video dengan RC dan TS 8232 sebagai jalur streaming video dan MPU6050 sebagai sensor keseimbangan, serta WEMOS D1 mini yang digunakan dalam pengiriman data sensor ke HMI. Perancangan HMI menggunakan Visual Studio 2010 dengan C# sebagai bahasa pemrograman, serta beberapa library pendukung. Pengujian yang telah dilakukan membuktikan bahwa HMI dapat digunakan dalam pengambilan gambar, perekaman video, dan pemantauan keseimbangan quadcopter.

Kata Kunci : Quadcopter, Sistem Navigasi, Human Machine Interface (HMI)

Abstract

Unmanned aerial vehicle or commonly known as UAV is now popular to be used in various activities, such as mapping, photography, and to reach remote location that is difficult to be reached by human directly. One of the UAV that is now popular is quadcopter. In order to optimally perform its function, quadcopter requires supporting tools, among others are camera, measuring devices, and human machine interface (HMI) system so that operator can optimally do his job, which are monitor and carrying out the drone. In this study, navigation system is designed in quadcopter that includes video transmission system with RC and TS 8232 as video stream path and MPU6050 as stability measuring device, as well WEMOS D1 mini that is used in delivering measurement data into HMI. HMI Design applies Visual Studio 2010 with C# as the programming language, and some supporting libraries. Testing performed to HMI and resulting in Quadcopter-type drone can carry out photo shoot process, recording, as well monitoring of drone's stability.

Keyword: Quadcopter, Navigation System, Human Machine Interface (HMI)

1. Pendahuluan

Unmanned Aerial Vehicle (UAV) atau biasa disebut *drone* memiliki berbagai fungsi mulai dari keperluan sehari-hari hingga keperluan militer yang disesuaikan dengan ukurannya[2]. Penginderaan jarak jauh, arkeologi, deteksi kebakaran hutan, penyerangan militer, ekspedisi pencarian minyak, pembuatan film, tim pertolongan bencana alam, patroli kelautan, dan pelatihan pilot dalam menembak merupakan beberapa contoh fungsi *drone* yang terbukti dapat menjadi alternatif dan menurunkan resiko keterlibatan manusia dalam kegiatan yang berbahaya[3]. Selain kegiatan beresiko tersebut, akhir-akhir ini *drone* juga digunakan dalam berbagai kegiatan

kreatif diantaranya balapan, selancar air, bahkan jasa pengiriman makanan.

Sistem UAV terdiri dari wahana udara (*aircraft*), *payload*, dan stasiun kendali[4]. *Payload* dapat berupa *Inertial Measurement Unit* (IMU), baterai, atau benda yang dibawa drone saat mengudara. Pada stasiun kendali terdapat operator yang mengawasi dan mengendalikan pergerakan drone secara *real-time*.

Sistem navigasi pada dasarnya adalah cara untuk menentukan arah dan memberikan petunjuk mengenai jalur yang ditempuh. *Gyroscope* yang bagi kebanyakan orang adalah inti dari sistem navigasi tidak bisa digunakan dalam pengambilan keputusan dalam keadaan terbatas, dan rawan oleh berbagai eror[2]. Oleh karena itu

perlu digunakan sarana penunjang lain agar sistem navigasi dapat memberikan data yang akurat demi pengambilan keputusan yang tepat.

Kamera merupakan alat yang tepat dalam menentukan posisi objek. Dengan kamera, setiap perubahan posisi objek akan diketahui langsung melalui pencitraannya[6]. Oleh karenanya kamera merupakan sistem navigasi yang cukup baik sebagai pemandu operator *drone*. Agar navigasi berjalan lancar, diperlukan komunikasi yang baik dari kamera ke pusat navigasi (*Ground Station*).

Human Machine Interface (HMI) adalah sistem yang menghubungkan antara manusia dan mesin. Sistem HMI berupa *Graphic User Interface* (GUI) pada suatu tampilan layar komputer yang akan dihadapi oleh operator mesin atau pengguna[7]. Operator inilah yang akan menggunakan HMI tersebut sebagai sarana untuk mengawasi, menentukan keputusan, dan mengendalikan drone berdasarkan informasi yang diberikan HMI tersebut.

Pada penelitian sebelumnya, HMI yang dirancang dapat menampilkan output IMU yang terpasang di *drone*. Namun tanpa sistem navigasi berupa tampilan gambar dari *drone* secara langsung, pengambilan data masih terbatas pada jarak pandang operator[5]. Untuk mengatasi hal ini maka suatu sistem navigasi yang dapat menampilkan keadaan *drone* secara langsung perlu ditambahkan.

Dalam tugas akhir ini penulis akan membuat sistem navigasi pada UAV tipe *quadrotor* yang dilengkapi dengan sistem navigasi kamera serta sensor MPU6050. Melalui transmitter yang terpasang di drone, data dari kamera serta sensor akan dikirim ke operator dan ditampilkan dalam HMI di komputer.

HMI yang dirancang untuk menampilkan data tersebut memiliki beberapa fungsi yaitu menampilkan gambar dari kamera drone secara langsung, pengambilan dan perekaman gambar secara langsung, memantau keadaan drone yang ditampilkan pada model di HMI, serta menyajikan informasi tersebut dalam bentuk grafik.

2. Metode

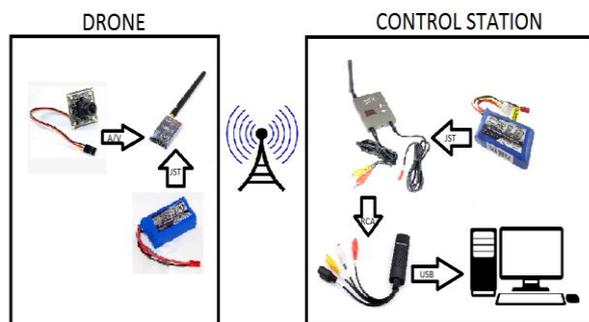
2.1. Perancangan Perangkat Keras

2.1.1 Perancangan Sistem Transmisi Video

Transfer data video adalah proses dari pengambilan gambar oleh kamera, pengiriman data gambar, hingga penerimaan data tersebut. Sedangkan transfer data sensor memiliki arti yang sama namun data yang dikirimkan berupa data pengukuran sensor.

Untuk dapat melakukan pengiriman data tersebut, minimal dibutuhkan *transmitter* sebagai pihak pengirim data, *receiver* sebagai pihak penerima data yang dikirimkan, dan modul atau alat yang mengambil data tersebut. Modul ini dihubungkan pada *transmitter* yang akan mengirimkan data baik dengan perantara kabel maupun nirkabel. Pada perancangan transmisi video penelitian ini, digunakan jenis transmisi nirkabel yang

memanfaatkan kamera CCD sebagai pengkoleksi data, TS832 sebagai *transmitter*, dan RC832 sebagai *receiver*.

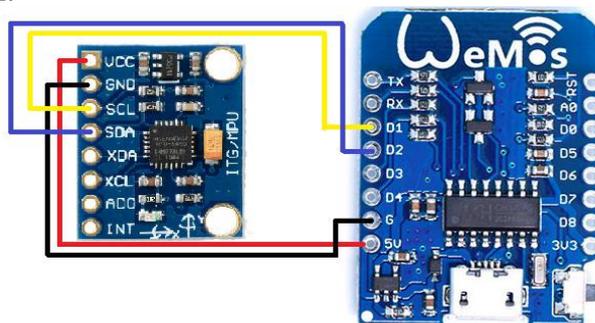


Gambar 1 Rancangan *hardware* sistem transfer video

Gambar 1 menunjukkan tampak rancangan dari sistem transmisi video. Kamera CCD merupakan input ke TS832. Lalu sinyal video akan ditransmisikan dan ditangkap oleh RC832. Agar sinyal tersebut dapat diteruskan ke komputer maka diperlukan easyCAP yang terhubung pada kabel RCA di RC832. Melalui easyCAP, maka data dari RC832 dapat diteruskan ke komputer dengan perantara USB serial. Sebagai *power supply*, digunakan baterai untuk TS932 dan RC832.

2.1.2 Perancangan Sistem Transmisi Data Sensor

Pada transmisi data sensor, mpu6050 adalah sensor utama yang dihubungkan dengan modul D1 mini esp8266 yang bertindak sebagai mikrokontroler sekaligus *transmitter*. Data sensor akan dikirimkan secara nirkabel dan diterima modul D1 mini esp8266 yang terhubung ke komputer. Pengkabelan sensor dan modul dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2 Pengkabelan MPU6050 dan D1 mini

Terdapat 4 pin yang dihubungkan antara sensor dan modul. Pin VCC merupakan sumber tegangan yang digunakan mpu6050, pada wemos sumber tegangan berasal dari *port usb* komputer atau sumber tegangan baterai. Pin G dan GND merupakan *ground*. Pin D1 pada WEMOS dihubungkan dengan pin SCL yang merupakan serial *clock* yang digunakan untuk sinkronisasi data, sedangkan SDA merupakan pin sebagai jalur data. Karena jalur komunikasi yang digunakan adalah I2C maka hanya ada 2 pin yang digunakan dalam komunikasi data sensor

akan muncul. Pada gambar 6 merupakan proses kalibrasi beserta nilai *offset* terukur.

```

COM5
-----
Your MPU6050 should be placed in horizontal position, with package letters facing up.
Don't touch it until you see a finish message.
MPU6050 connection successful
Reading sensors for first time...
Calculating offsets...
...
...
...
FINISHED!
Sensor readings with offsets:  2    -5  16392  0    0    -1
Your offsets:  572  -6249  1518  -20   91   24
Data is printed as: aceIX aceLY aceLZ giroX giroY giroZ
Check that your sensor readings are close to 0 0 16384 0 0 0
    
```

Gambar 6 Kalibrasi sensor

Terlihat nilai *offset* telah didapatkan, nilai ini akan digunakan dalam melakukan pemrograman pada sensor nantinya. Selain nilai *offset*, juga terlihat pembacaan sensor yang tidak sama dengan nilai ideal meskipun sensor telah diletakkan pada permukaan yang datar.

3. Hasil dan Analisa

Pengujian dan analisa pada penelitian ini meliputi pengujian fungsi pada HMI, pengujian data transfer sensor, serta pengujian lapangan dengan *quadcopter*. Pengujian dilakukan secara mandiri dengan komputer yang bertempat di kediaman penulis, untuk pengujian lapangan, dilakukan pada tempat terbuka dan *quadcopter* yang dikendalikan secara manual.

3.1. Pengujian Fungsi HMI

3.1.1 Pengujian fungsi pengambilan gambar

Untuk memulai fungsi pengambilan gambar maupun perekaman, kamera terlebih dahulu dimuat dengan memilih OEM Device sebagai sumber lalu gambar yang diambil akan tampil pada *picturebox1*.

Setelah kamera termuat, pengambilan gambar dilakukan dengan menekan tombol “Ambil Gambar”. Ketika tombol ditekan maka pada *picturebox2* akan menampilkan clone dari frame *picturebox1* dimana data kamera diterima. *User* dapat menentukan akan menyimpan gambar tersebut atau tidak. Jika *user* menekan tombol lagi maka gambar yang diambil tidak akan tersimpan dan gambar selanjutnya akan tampil.

Setelah gambar disimpan maka gambar akan otomatis tersimpan pada direktori “E:\” sesuai koding yang digunakan lalu *picturebox3* akan menampilkan gambar yang telah disimpan. Format penamaan gambar adalah “Gambar jjmddd” dimana jj merupakan jam diambil, mm merupakan menit, dan dd merupakan detik. Hal ini bertujuan agar nama gambar otomatis diperbarui tiap detik sehingga *user* tidak perlu melakukan penamaan baru.



Gambar 7 Gambar tersimpan

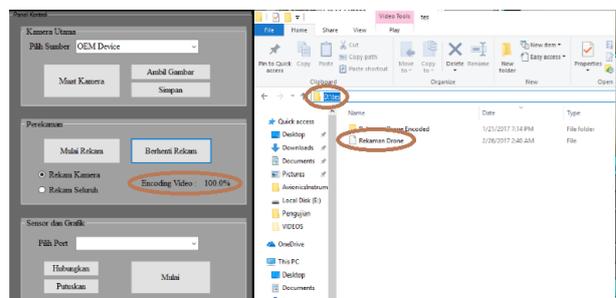
Pada gambar 7 terlihat gambar telah berhasil ditangkap pada *picturebox2*, disimpan dan tampil pada *picturebox3*, dan direktori penyimpanannya.

3.1.2 Pengujian fungsi perekaman video

Pada pengujian ini dilakukan dengan keadaan serupa dengan pengujian sebelumnya. Sebelum proses perekaman dimulai, *user* memilih mode kamera atau seluruh area *windows*. Jika mode kamera dipilih maka akan terdapat penanda proses perekaman dimulai disekitar *picturebox1*, sedangkan mode seluruh akan menyoroti seluruh *windows* HMI.

Ketika *user* selesai melakukan perekaman dan tombol “Berhenti Merekam” ditekan, maka video akan otomatis disimpan. Pada proses penyimpanan dilakukan juga proses enkoding terlebih dahulu, proses ini akan membuat video keluaran berformat .wmv yang lebih umum digunakan daripada format .exsc sebelum proses enkoding.

Sebelum proses enkoding, rekaman video berformat .exsc akan tersimpan pada direktori “D:\tes” sesuai koding. Proses enkoding berjalan hingga 100% yang dapat dilihat pada HMI, lalu setelah selesai video akan disimpan pada “D:\tes\Rekaman *Quadcopter* Encoded” dengan format nama “Rekaman *Quadcopter*/n” dimana /n akan otomatis memberi nomor sesuai urutan rekaman diambil.



Gambar 8 Proses Enkoding dan menyimpan video

Pada gambar 8 merupakan proses encoding video setelah selesai direkam. Terlihat file .exsc berada pada direktori sebelum diubah menjadi .wmv

3.1.3 Pengujian transmisi dan pembacaan sensor

Pengujian ini dilakukan dengan cara menghubungkan receiver ke komputer yang menjadi control station, dan menghubungkan transmitter ke receiver untuk mendapatkan data sensor. Setelah terhubung, transmitter pun dibawa untuk menentukan jarak maksimum transmisi data. Hasil maksimal adalah 150 meter dengan hambatan berupa rumah penduduk. Setelah jarak maksimum didapatkan lalu pengukuran dilakukan pada beberapa titik jarak. Pada tabel 1 merupakan hasil pengujian sudut roll. Tabel 1 Data pengujian sudut roll

Jarak (meter)	Roll HMI (°)	Roll Terukur (°)	Selisih
50	15.98	15	0.98
100	15.46	15	0.46
150	14.07	15	0.93
50	-16.47	-15	1.47
100	-13.73	-15	1.27
150	-16.58	-15	1.58
50	33.07	30	3.07
100	37.96	30	7.96
150	28.66	30	1.34
50	-30.84	-30	0.84
100	-27.02	-30	2.08
150	-29.25	-30	0.75
Jumlah			23.63

Rata-rata error = $23.63/12 = 1.97^\circ$
 Persentase error = $1.97/180 = 0.011\%$

Pada pengujian ini didapatkan error sebesar 0.011%, hal ini membuktikan bahwa transmisi sudut roll berjalan baik dan stabil. Pengujian selanjutnya adalah sudut pitch dan didapatkan hasil pada tabel 2.

Tabel 2 Data pengujian sudut pitch

Jarak (meter)	Pitch HMI (°)	Pitch Terukur (°)	Selisih
50	17.91	15	2.91
100	13.7	15	1.3
150	15.77	15	0.77
50	-15.71	-15	0.71
100	-14.76	-15	0.24
150	-14.83	-15	0.17
50	24.2	30	0.8

100	32.46	30	2.46
150	31.18	30	1.18
50	-30.33	-30	0.33
100	-33.38	-30	3.38
150	27.92	-30	2.08
Total			16.33

Rata-rata error = $16.33/12 = 1.36^\circ$
 Persentase error = $1.81/180 = 0.01\%$

Pada pengujian ini diperoleh error yang juga kecil, yaitu sebesar 0.01% yang dihitung dari 12 percobaan. Untuk pengujian terakhir merupakan sudut yaw yang dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3 Data pengujian sudut yaw

Jarak (meter)	Yaw HMI (°)	Yaw Terukur (°)	Selisih
50	355.23	360 Utara	4.77
100	353.5	360 Utara	6.41
150	357.72	360 Utara	2.28
50	97.13	90 Timur	7.13
100	86.09	90 Timur	3.91
150	89.04	90 Timur	0.96
50	179.7	180 Selatan	0.3
100	182.09	180 Selatan	2.09
150	177.69	180 Selatan	2.31
50	271.63	270 Barat	1.63
100	268.63	270 Barat	1.37
150	266.86	270 Barat	3.14
Total			36.3

Rata-rata error = $36.3/12 = 3.025^\circ$
 Persentase error = $3.025/360 = 0.008\%$

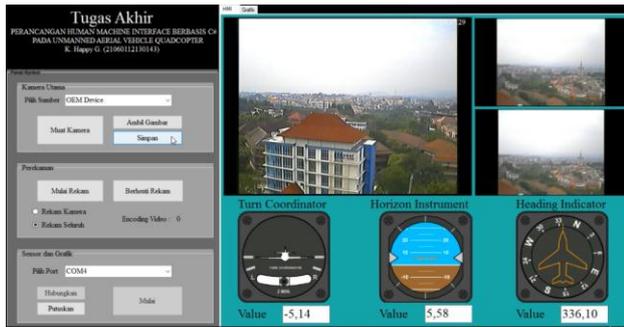
Hasil pengujian sudut yaw menghasilkan error terkecil dari ketiga pengujian. Dari pengamatan, error yang terjadi pada ketiga pengujian tidak terpengaruh dari jarak transmitter dan receiver. Error yang terjadi lebih dipengaruhi dari kalibrasi sensor yang kurang sempurna dan kesalahan pengukuran di lapangan.

3.2. Pengujian lapangan

Pengujian dilakukan dengan menerbangkan Quadcopter di area Widya Puraya UNDIP dengan kamera dan sensor terpasang.

Beberapa pengujian dilakukan diantaranya dengan melakukan manuver belokan untuk melihat sudut roll. Pengujian selanjutnya dilakukan dengan melakukan

manuver ke atas dan kebawah serta mundur dan maju. Ketika *quadcopter* bergerak maju, maka *quadcopter* akan condong ke arah tanah sedangkan saat mundur maka *quadcopter* akan condong ke arah langit. Pada pengujian terakhir dilakukan penerbangan pada ketinggian maksimum, namun tidak didapat informasi ketinggian yang akurat. Pada gambar 9 merupakan tampilan HMI saat *quadcopter* berada di ketinggian maksimum.



Gambar 9 Tampilan HMI saat ketinggian maksimum

Terlihat kamera masih dapat menerima gambar dengan baik, dan sensor juga masih bekerja dibuktikan dengan adanya informasi pada *textbox* dan model yang sesuai dengan gambar di kamera.

4. Kesimpulan

Dari penelitian, dapat disimpulkan bahwa perancangan *human machine interface* sebagai sistem navigasi pada *quadcopter* berbasis C# dapat melakukan fungsi pengambilan gambar, perekaman video, serta pemantauan kestabilan *quadcopter* dengan eror pada sudut *roll* sebesar 0.011%, sudut *pitch* sebesar 0.01%, dan sudut *yaw* 0.008%. Eror yang terjadi diakibatkan kalibrasi yang kurang sempurna dan kesalahan pengukuran. Berdasarkan uji yang dilakukan di lapangan, HMI dapat digunakan sebagai sistem navigasi dengan fungsi pengambilan gambar, perekaman video, dan sensor yang berjalan normal.

Referensi

- [1] P. G. Fahlstrom. Introduction to UAV Systems. Fourth Edition. West Susse: John Wiley & Sons Ltd. 2012: 8.
- [2] J. M. Sullivan. Evolution or revolution? The rise of UAVs. *IEEE Technol. Soc. Mag.* 2006; 25(3): 43–49.
- [3] D. McRuer and D. Graham. Flight Control Century: Triumphs of the Systems Approach. *J. Guid. Control. Dyn.* 2004; 27(2): 161–173.
- [4] M. A. Lukmana and H. Nurhadi. Rancang Bangun Unmanned Aerial Vehicle (UAV). Undergraduate Thesis. *Inst. Teknol. Sepuluh November. Surabaya:* Undergraduate ITS; 2012.
- [5] A. U. Darajat, M. Komarudin, and S. R. S. SISTEM TELEMETRI Unmanned Aerial Vehicle (UAV) BERBASIS Inertial Measurement Unit (IMU). Undergraduate Thesis. *Univ. Lampung, Bandar*

- [6] *Lampung:* Undergraduate Univ. Lampung; 2012. R. Kharisman, K. Astrowulan, and E. Ak. Perancangan Sistem Navigasi Menggunakan Kamera pada Quadcopter untuk Estimasi Posisi dengan Metode Neural Network. 2014; 3(1): 1–6.
- [7] H. Haryanto and S. Hidayat. Perancangan HMI (Human Machine Interface) Untuk Pengendalian Kecepatan Motor DC. 2012; 1(2): 1-4.