Jurnal Teknik Elektro, Vol. 9, No. 2, September 2016, 62-67
ISSN 1411-870X
DOI: 10.9744/jte.9.2.62-67

Pengendalian *Stewart Platform* untuk *Flight Simulator* Berbasis Arduino

Eduardus Benyamin, Handry Khoswanto, Felix Pasila
Program Studi Teknik Elektro,Universitas Kristen Petra
Jl.Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236, Indonesia
E-Mail: eduardus.benyamin93@gmail.com; handry@peter.petra.ac.id; felix@peter.petra.ac.id

Abstrak*- Permainan merupakan salah satu bentuk hiburan yang dapat memenuhi kebutuhan manusia saat mengalami kejenuhan. Teknologi yang berkembang menyebabkan semakin banyak *console* permainan yang memungkinkan pengguna untuk merasakan suasana yang ada di dalam permainan dengan menggunakan *motion simulator*, salah satunya adalah *arcade game* yang menggunakan aktuator mekanik yang bernama *Stewart Platform.

Desain dari *Stewart Platform* ini dikhususkan untuk *flight simulator* dengan menggunakan Arduino sebagai otak dari sistem, *remote control* sebagai *input* dan pneumatik digunakan sebagai aktuator pada *platform* ini. Pemrograman pada Arduino dibuat dengan menggunakan *training* data dengan metode *neural network* sebagai acuan.

Hasil dari pengujian menunjukkan bahwa aktuator akan bergerak mirip secara visual dengan gerakan pesawat pada permainan apabila hanya menggunakan *throttle* sebesar 70-80% dengan *range* dari *aileron* dan *elevation* pada kisaran 40-60. Aktuator hanya dapat bergerak hingga mencapai kemiringan 40°, namun pada sistem ini kemiringan dibatasi mulai dari -30° hingga 30°, dengan nilai *error* mekanis sebesar 7,85%.

Kata kunci—Arduino, *flight simulator*, pneumatik, *Stewart Platform*.

I. PENDAHULUAN

Dunia hiburan (*entertainment*) merupakan salah satu faktor penting dalam kehidupan manusia. Tanpa adanya hiburan, manusia akan cenderung cepat merasa jenuh dengan kegiatan dan aktifitas kesehariannya [1]. Salah satu bentuk hiburan yang paling digemari saat ini yaitu *game* atau permainan, peminatnya tidak hanya berasal dari kalangan muda saja, namun juga meliputi orang tua. Bentuk-bentuk permainan yang ada di pasaran pun dari tahun ke tahun semakin beragam, *platform-platform* yang digunakan pun juga semakin bervariasi.

Dunia permainan juga merupakan salah satu bidang hiburan yang terkena dampak langsung dari pesatnya pertumbuhan dunia teknologi. Sekarang sudah banyak *platform-platform* permainan yang mampu memberikan suasana dimana sang pemain seolah-olah berada di dalam permainan dan mampu merasakan suasana permainan tersebut. Salah satu bentuk permainan yang mampu menawarkan suasana permainan seperti itu yaitu permainan-permainan yang ber-*genre simulation*. Sudah banyak jenis-jenis permainan *simulation* yang sudah beredar di pasaran, di antaranya *game flight simulator* seperti Ace Combat, Combat Flight Simulator, Microsoft Flight Simulator, dan lain-lain. Ada juga *game driving simulator* seperti Bus Driver, Hard Truck, Rigs of Rods, dan sebagainya. Juga yang sedang marak di kalangan muda yaitu game-game *racing* seperti Gran Turismo, NASCAR, Formula 1, dan sebagainya.

Salah satu *platform* permainan yang dapat digunakan untuk permainan dengan *genre simulation* yang sudah ada sejak dulu yaitu *platform arcade*. *Platform arcade* ini sekarang sangat mudah untuk dijumpai, seperti pada pusat-pusat perbelanjaan, *mall*, *plaza*, maupun *game center*. Namun, pada mayoritas *platform* tersebut terdapat sebuah kekurangan yaitu pengguna hanya bisa merasakan suasana permainan tersebut melalui indera penglihatan dan pendengaran saja. Oleh karena itu, sekarang sudah banyak *platform arcade* yang menerapkan penggunaan suatu rangkaian atau sistem mekanik yang mampu memberikan gerakan sesuai dengan suasana di dalam permainan tersebut. Sistem mekanik ini biasa disebut dengan *Stewart Platform*, dimana *Stewart Platform* ini merupakan sebuah sistem atau rangkaian mekanik yang memilikki 6 buah derajat kebebasan [2].

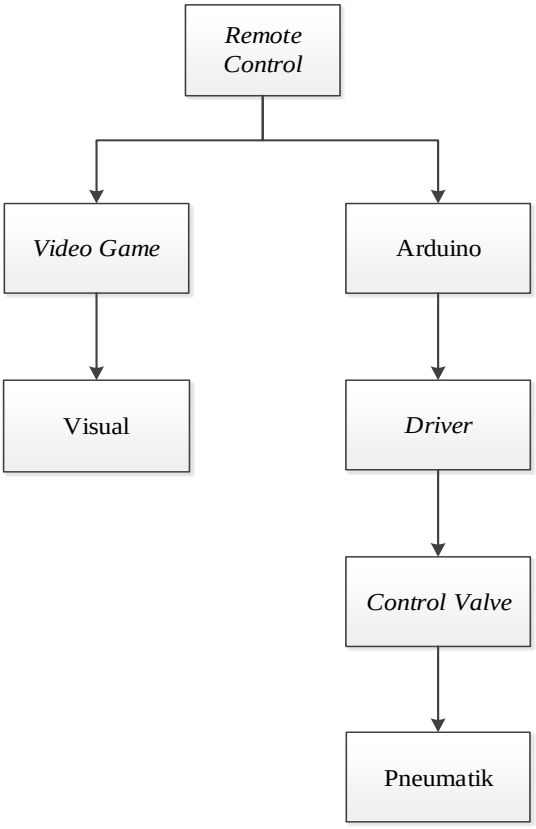
Stewart Platform merupakan sebuah contoh desain kerangka mekanikal yang digunakan untuk penempatan sebuah objek. *Stewart Platform* yang telah digunakan sejak sekitar tahun 1980 merupakan sebuah kerangka mekanik dimana digunakan ketika dibutuhkan sebuah kemampuan untuk mengangkat atau memindahkan beban yang berat, dan juga ketika dibutuhkan presisi tinggi dalam penempatan posisi [3]. Untuk menggerakan *platform*, dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu dengan cara analog atau diskrit. Untuk penggerak analog dapat menggunakan motor, sedangkan untuk penggerak diskrit biasanya menggunakan pneumatic dimana masing-masing penggerak memiliki kelebihan dan kelemahan sendiri.

II. PERANCANGAN SISTEM

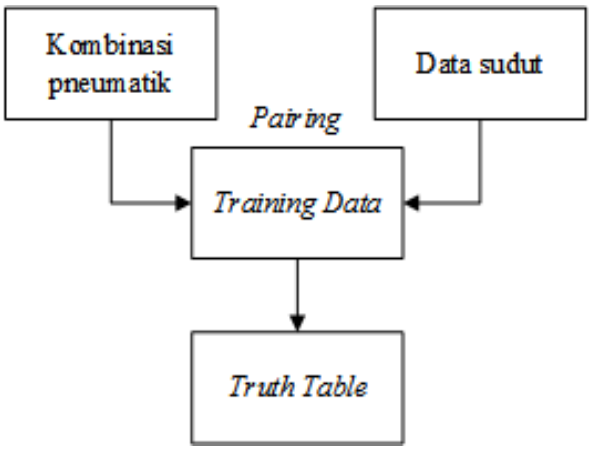
A. *Gambaran Umum Sistem*

Desain dari keseluruhan sistem ini terdiri dari *input*, *controller*, dan *output*. *Input* dari sistem ini berupa sebuah *remote control* yang biasa digunakan dalam permainan pesawat *remote control* atau *aeromodelling* dimana *output* dari *remote control* ini akan dipararel menjadi dua. *Output* yang pertama yaitu menuju permainan pada komputer yang kemudian akan dikeluarkan menuju pengguna atau pemain dalam bentuk visual melalui sebuah monitor. Sedangkan untuk *output* yang kedua yaitu dari *remote control* menuju Arduino yang berfungsi untuk menggerakan aktuator dari sistem ini. Permainan yang digunakan pada sistem ini yaitu sebuah *simulator aeromodelling* Phoenix RC 5.0 [4].

Pada sistem ini terdapat proses *training* data yang berfungsi untuk mempercepat respon dari aktuator. *Training* data yang akan dilakukan dengan menggunakan metode neural network yang telah digunakan pada penelitian Pasila [5]. Hasil dari *training* data ini yang nantinya akan dijadikan acuan pemrograman Arduino.



Gambar 1. Blok Diagram Sistem



Gambar 2. Blok Diagram *Training* Data

B. *Desain Hardware*

Pada sistem ini terdapat beberapa pemasangan komponen *hardware* yaitu sebagai berikut :

- Pemasangan *remote control* dengan permainan (komputer) dengan menggunakan *trainer port* yang terletak pada bagian belakang *remote* kemudian dihubungkan ke komputer melalui USB *dongle*.

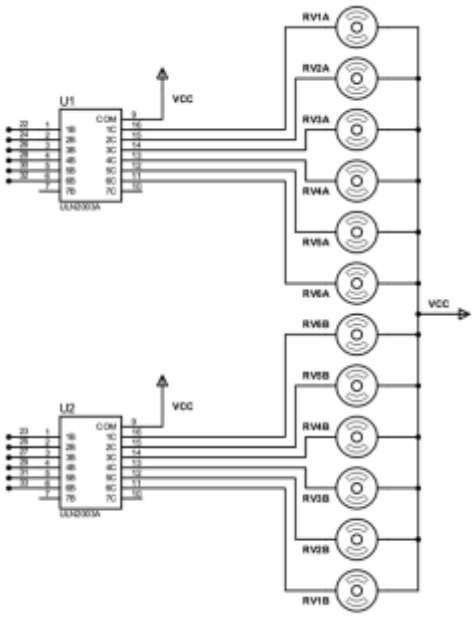
Gambar 3. Kabel *trainer port*, kabel audio, USB *dongle*

- Pemasangan *remote control* menuju Arduino melalui pin dari *receiver* kemudian akan menuju pin analog dari Arduino. Sedangkan pin yang digunakan sebagai pin *output* menuju aktuator yaitu pin digital.

Tabel 1. Pemetaan pin dari Arduino

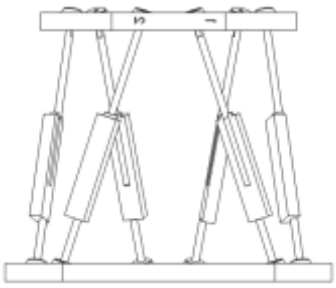
Pin	Fungsi
A1	*Input* dari *channel* 4 (*rudder*)
A2	*Input* dari *channel* 3 (*throttle*)
A3	*Input* dari *channel* 2 (*elevation*)
A4	*Input* dari *channel* 1 (*aileron*)
22	*Output* ke *driver* (pneumatik 1 naik)
24	*Output* ke *driver* (pneumatik 2 naik)
26	*Output* ke *driver* (pneumatik 3 naik)
28	*Output* ke *driver* (pneumatik 4 naik)
30	*Output* ke *driver* (pneumatik 5 naik)
32	*Output* ke *driver* (pneumatik 6 naik)
34	*Output* ke *driver* (pneumatik 6 turun)
36	*Output* ke *driver* (pneumatik 5 turun)
38	*Output* ke *driver* (pneumatik 4 turun)
40	*Output* ke *driver* (pneumatik 3 turun)
42	*Output* ke *driver* (pneumatik 2 turun)
44	*Output* ke *driver* (pneumatik 1 turun)
5V	Memberikan tegangan *supply* bagi *receiver*
GND	Dihubungkan ke semua *Ground* rangkaian

- Rangkaian *driver* yang berfungsi untuk mengaktifkan *control valve* untuk pneumatik karena pin dari Arduino hanya mampu menyuplai arus 20-25 mA.



Gambar 4. Skematik Rangkaian Driver

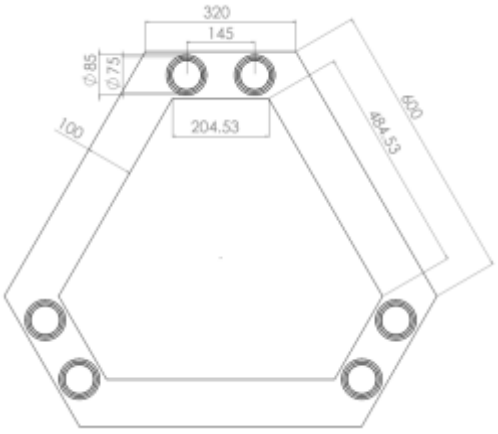
C. *Stewart Platform*



Gambar 5. Desain *Stewart Platform*

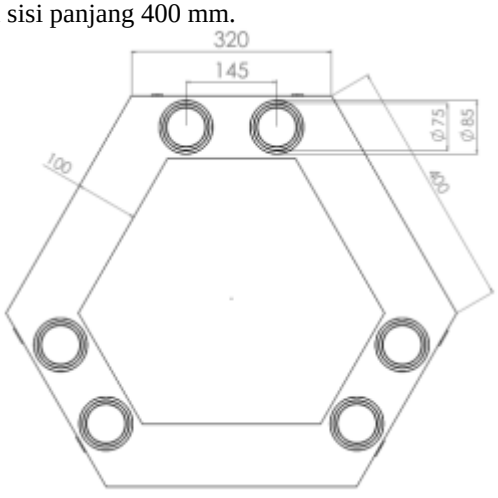
Stewart Platform yang digunakan pada sistem ini memiliki 2 buah *platform* dan 6 aktuator yang berupa pneumatik dan beberapa komponen pendukung lainnya dengan dimensi sebagai berikut:

- *Base platform*, dengan panjang sisi pendek 320 mm dan sisi panjang 600 mm.



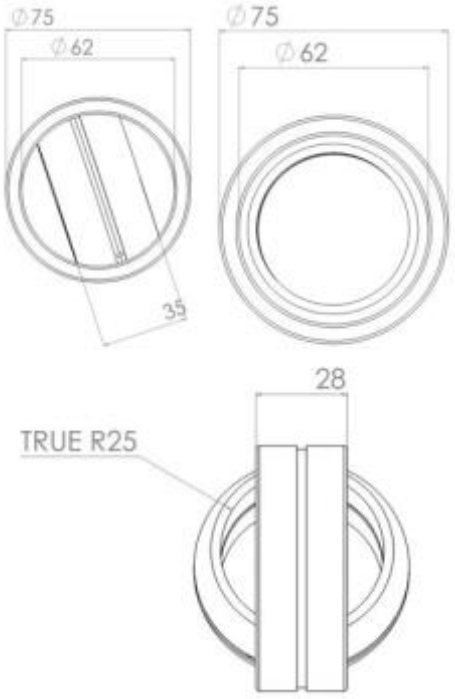
Gambar 6. Dimensi *base platform*

- *Upper platform*, dengan panjang sisi pendek 320 mm dan sisi panjang 400 mm.



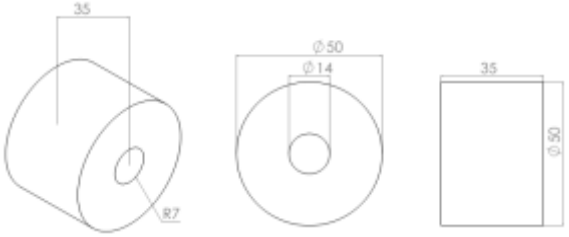
Gambar 7. Dimensi *upper platform*

- *Spherical bearing*, yang terdiri dari 2 bagian yaitu *outer bearing* dan *inner bearing*. Untuk *outer bearing* memiliki diameter luar 75 mm, diameter dalam 62 mm, dan tinggi 28 mm. Sedangkan untuk *inner bearing* memiliki diameter sebesar 50 mm dan tinggi 35 mm.



Gambar 8. Dimensi *spherical bearing*

- *Shaft*, yang berfungsi menghubungkan pneumatik dengan *spherical joint*, dengan diameter luar 50 mm dan diameter dalam 14 mm, dan tinggi 35 mm.



Gambar 9. Dimensi *shaft*

- Pneumatik, yang berjenis *double acting standard* dengan diameter badan pneumatik 50 mm dan diameter *rod* 20 mm. Di bagian bawah pneumatik diberi tambahan besi dengan panjang 125 mm.

Gambar 10. Dimensi pneumatik

- *Control valve*, dengan tipe 5/3 *exhaust center* dengan kumparan ganda

D. *Konfigurasi Remote Control*

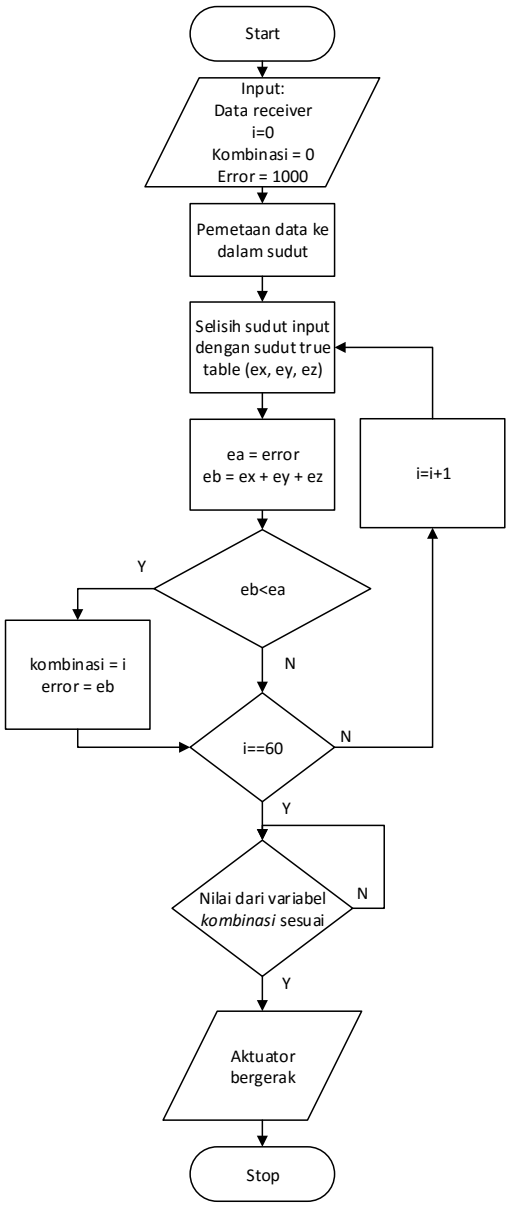
Remote control yang digunakan pada sistem ini harus dikonfigurasi terlebih dahulu sehingga aktuator dapat berjalan sesuai dengan *input* pengguna juga dengan pesawat di dalam permainan. Konfigurasi remote control dibagi menjadi 2 bagian yaitu:

- Konfigurasi *remote control* dengan menggunakan *software* yang bernama T6config [6], untuk mengkalibrasikan *channel* yang berada pada *remote*.

Gambar 11. Tampilan layar utama T6config

- Konfigurasi kontrol pada pengaturan permainan yang berfungsi untuk mengatur sensitivitas dari *stick* pada *remote control* sehingga meminimalisir kemungkinan pesawat untuk melakukan maneuver.

E. *Pemrograman Arduino*



Gambar 12. *Flowchart* pemrograman

Otak dari sistem ini menggunakan mikrokontroler berupa Arduino. Pemrograman Arduino pada sistem ini dibagi menjadi 3 bagian besar yaitu:

- Pembacaan *input* dan pemetaan ke dalam bentuk sudut. *Input* diambil dari *receiver* milik *remote control* yang mengeluarkan sinyal ppm kemudian dipetakan ke dalam *range* -30° hingga 30° untuk *elevation* dan *aileron*, sedangkan untuk *rudder* dipetakan ke dalam *range* -10° hingga 10°.
- Perhitungan data, pada bagian ini program perhitungan akan dibuat dengan mengacu pada sebuah *truth table* yang dihasilkan dari *training* data. Perhitungan ini bertujuan untuk menentukan nilai dari variabel 'kombinasi' dengan cara mencari nilai *error* yang terkecil.
- Pengiriman *output* menuju aktuator merupakan bagian dimana nilai dari variabel 'kombinasi' yang telah ditentukan pada bagian perhitungan akan mentukan aktuator mana saja yang bergerak.

III. PENGUJIAN SISTEM

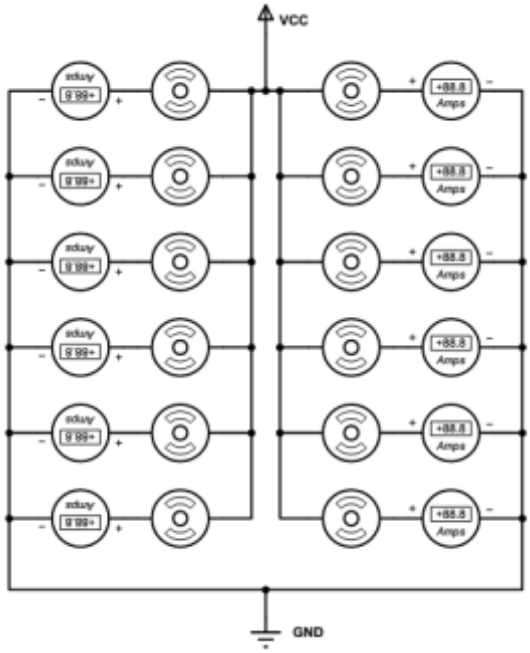
A. *Pengujian Remote Control dengan Arduino*

Pengujian dilakukan untuk mengetahui nilai maksimum dan minimum dari tiap *channel* sehingga dapat dilakukan pemetaan ke dalam bentuk sudut pada pemrograman Arduino. Berikut merupakan nilai maksimum dan minimum yang terbaca dari tiap *channel*.

Tabel 2. Hasil pembacaan tiap *channel*

Channel	Nilai Minimum	Nilai Tengah	Nilai Maksimum
1	1045	1498	1996
2	1103	1495	1861
3	1067	1498	1855
4	1028	1501	1978

B. *Pengujian Arus Control Valve*



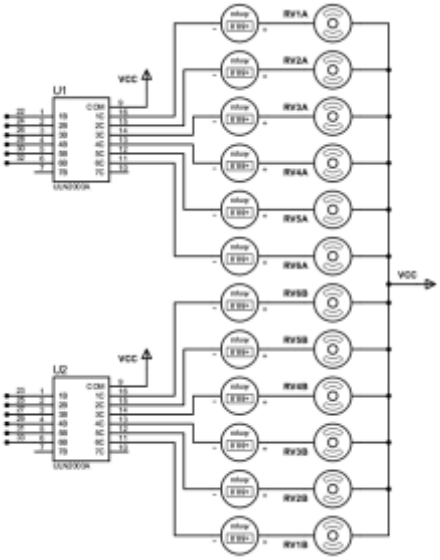
Gambar 13. Skematik pengujian arus *control valve*

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui arus kerja dari *control valve* sehingga dapat menentukan *driver* yang digunakan pada sistem ini. Berikut merupakan hasil pembacaan arus dari tiap-tiap *valve*.

Tabel 3. Hasil pengukuran arus *control valve*

Control Valve	Arus yang terukur (mA)
1	193,4
2	195,2
3	193,1
4	196,5
5	196,3
6	197,1
7	196,1
8	193,8
9	196,0
10	194,4
11	197,2
12	196,1

C. *Pengujian Arus Driver*



Gambar 14. Skematik pengujian arus *driver*

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui mampu atau tidaknya *driver* untuk mengalirkan arus kerja yang bertujuan untuk mengaktifkan *control valve*. Berikut merupakan hasil pembacaan arus dari tiap *channel* dari *control valve*.

Tabel 4. Hasil pengukuran arus *driver*

Channel	Arus yang terukur (mA)
1	171,8
2	171,2
3	169,3
4	170,6
5	170,7
6	172,6
7	178,8
8	174,6
9	177,4
10	175,5
11	177,2
12	176,1

D. *Pengujian Error Training Data*

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan jumlah pasangan *truth table* yang diinginkan berdasarkan nilai *error* baik untuk *training* maupun *testing* dan juga berdasarkan waktu yang dibutuhkan untuk melakukan *training* dan *testing*. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan program *training* dari penelitian Pasila [5] dengan jumlah data yang digunakan untuk *testing* sebanyak 1859 pasang data.

Tabel 5. Hasil *training* dan *testing*

Jumlah Data *Truth Table*	*Training*		*Testing*	
	% *error*	Waktu (s)	% *error*	Waktu (s)
30	3,32	27623	13,65	38,124
60	4,74	34621	10,67	49,293
110	5,38	69254	9,13	70,447

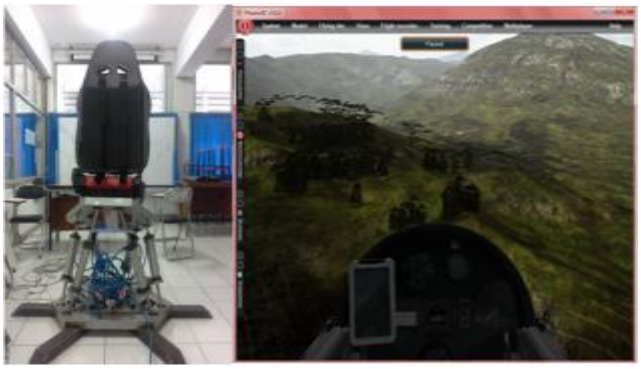
Berdasarkan tabel di atas maka dapat diambil kesimpulan bahwa pada sistem ini akan dilakukan *training* data yang menghasilkan 60 pasang data.

E. *Pengujian Aktuator*

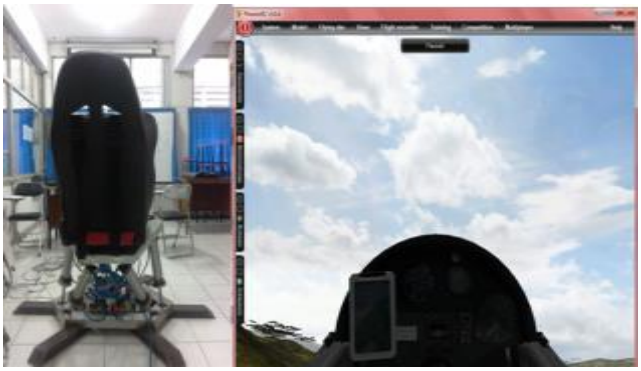
Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui bahwa kombinasi pneumatik akan menyebabkan aktuator bergerak semirip mungkin dengan pergerakan pesawat di dalam permainan dan juga untuk mengetahui nilai dari *error* mekanis dengan menggunakan persamaan berikut ini.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^{n}(x_k - x_k')^2}{n}} \quad (1)$$

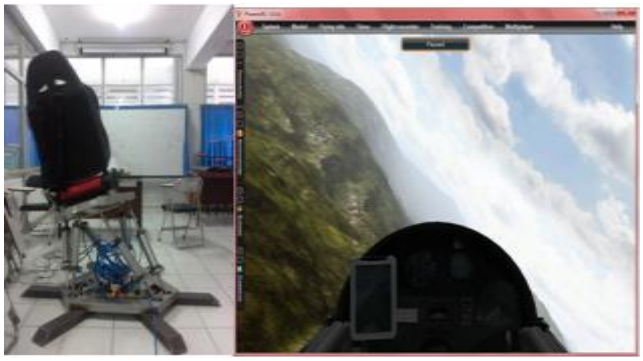
$$\%\ error = \frac{RMSE}{nilai\ error\ maksimal} \quad (2)$$



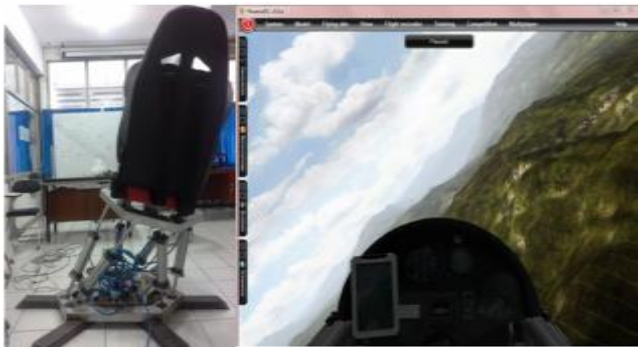
Gambar 15. Kursi miring ke depan (pesawat turun)



Gambar 16. Kursi miring ke belakang (pesawat naik)



Gambar 17. Kursi ke kiri (pesawat berputar ke kiri)



Gambar 18. Kursi ke kanan (pesawat berputar ke kanan)

Berdasarkan hasil pengujian dari gambar-gambar di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa hasil dari *training* data sudah sangat bagus, karena gerakan-gerakan dari aktuator sudah hampir mirip secara visual seperti pesawat

Dari pengujian, ditemukan untuk nilai *error* dari aktuator terhadap *input* dari *remote control* dengan menggunakan persamaan 1 dan persamaan 2. Nilai *error* untuk *elevation*, *aileron* dan *rudder* masing-masing sebesar 0.0408 (4,08 persen), 0.0593 (5,93 persen), 0.1355 (13,55 persen), dan dengan rata-rata error keseluruhan yaitu 0.0785 atau 7,85 persen, sehingga sistem dapat dikatakan layak.

IV. KESIMPULAN

Dari perancangan, pembuatan desain dan pengujian sistem ini dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- Nilai maksimum dari *throttle* yang diatur harus sebesar 70-80%, kemudian *aileron* dan *elevation* diatur sebesar 40-60 agar memungkinkan pergerakan aktuator memiliki kemiripan secara visual dengan gerakan pesawat di dalam permainan.
- *Output* dari *receiver* memiliki bentuk sinyal PPM dengan nilai yang terbaca pada Arduino berkisar antara 1000-2000 ms.
- Sistem ini memiliki batasan karena pesawat yang berada di dalam permainan bisa melakukan manuver, sedangkan aktuator tidak mampu merealisasikan hal tersebut karena aktuator hanya mampu mencapai kemiringan maksimal sekitar 40° baik *aileron* maupun *elevation*.
- Jumlah data dari *truth table* yang diinginkan sebanyak 60 pasang.
- Nilai *error* mekanik yang didapatkan sebesar 0.0785 atau 7,85 persen.

DAFTAR PUSTAKA

[1] H. S. Yang, R. Malaka, J. Hoshino, and J. H. Han, Eds., *Entertainment computing - icec 2010*, 1st ed. Berlin: Springer-Verlag Berlin and Heidelberg GmbH & Co. KG, 2010.

[2] D. Stewart, "A platform with six degrees of freedom," *Proc. Inst. Mech. Eng.*, vol. 180, no. 15, 1965.

[3] A. M. B. S. Roslan, V. Amirtham, T. Nagarajan, and F. M. Hashim, "SMA actuator technology application in stewart platform construction," *J. Appl. Sci.*, vol. 11, no. 23, pp. 3783–3790, 2011.

[4] Runtime Games Ltd, "Phoenix model flight simulation." [Online]. Available: http://www.phoenix-sim.com/. [Accessed: 15-Jun-2015].

[5] F. Pasila, R. Alimin, and H. Natalius, "Neuro-fuzzy architecture of the 3d model of massive parallel actuators," *ARPN J. Eng. Appl. Sci.*, vol. 9, no. 12, pp. 2900–2905, 2014.

[6] mycoolheli, "How to install and get the PC software working for an exceed CT6A or CT6B transmitter.," *mycoolheli*. [Online]. Available: http://www.mycoolheli.com/t6config.html. [Accessed: 13-Mar-2015].