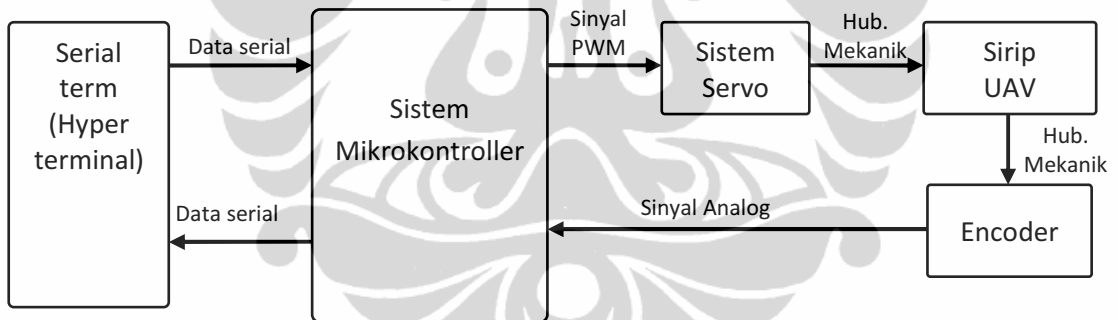


**BAB 4**  
**PENGUJIAN DAN ANALISA KONTROL**  
**GERAK SIRIP ELEVATOR**

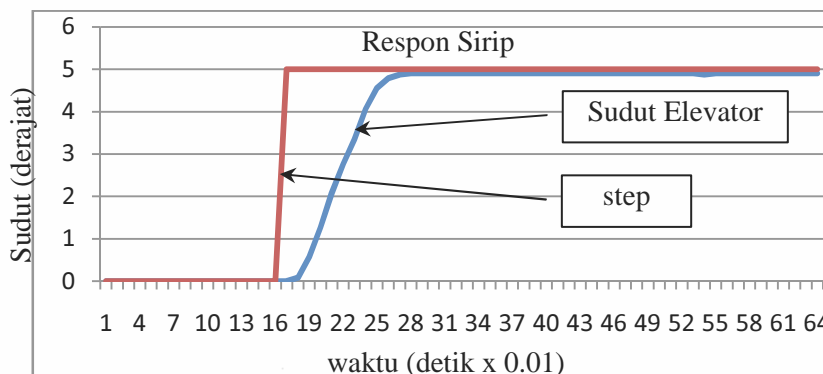
**4.1 Pengujian Rangkaian**

Untuk dapat melakukan pengontrolan gerakan sirip elevator pada pesawat tanpa awak, terlebih dahulu dilakukan uji rangkaian pada sistem kontrol gerak sirip elevator. Uji rangkaian ini dimaksudkan untuk memastikan bahwa rangkaian sistem kontrol ini dapat berfungsi dengan baik. Uji rangkaian ini adalah dengan memerintahkan sistem mikrokontroler untuk menggerakkan sirip elevator ke sudut 5 derajat melalui port serial, kemudian membaca data posisi sudut sirip yang dikirimkan oleh mikrokontroler melalui port serial. Program yang ditanamkan pada mikrokontroler ini belum menggunakan algoritma kontrol untuk gerak sirip. Gambar 4.1 merupakan diagram blok untuk menguji rangkaian sistem kontrol gerak sirip elevator



Gambar 4.1 Diagram blok untuk menguji rangkaian sistem kontrol

Hasil dari pengujian rangkaian ini adalah seperti terlihat pada gambar 4.2 berikut.

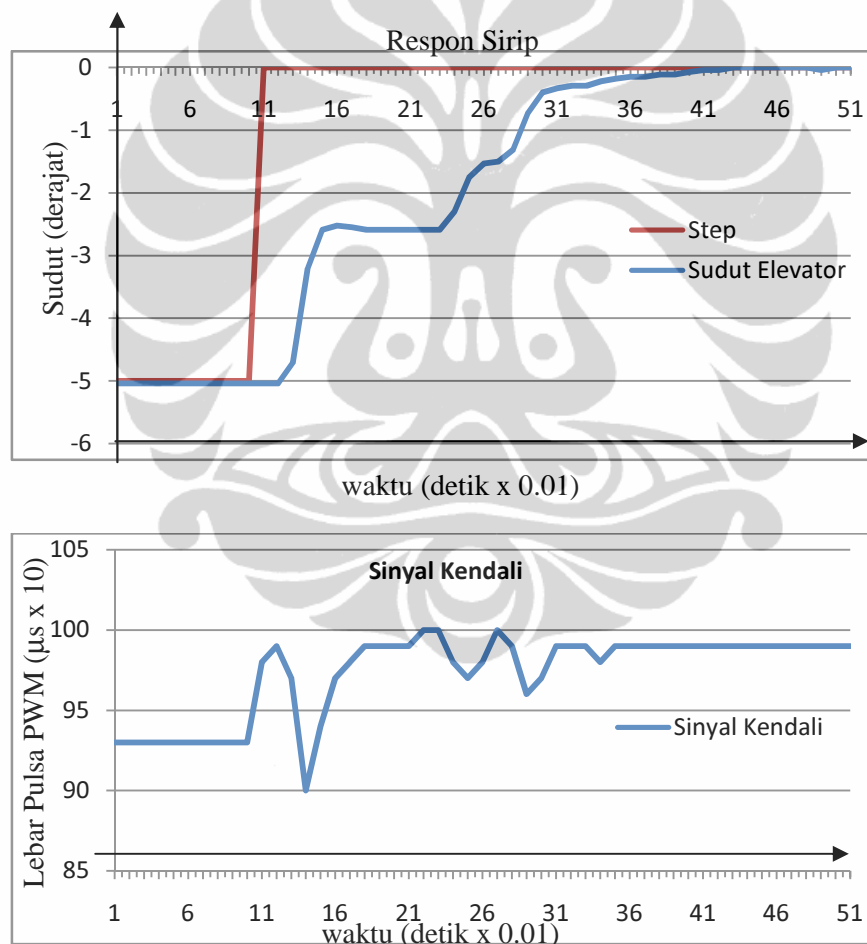


Gambar 4.2 Grafik respon sistem kontrol gerak sirip elevator

Dari grafik pada gambar 4.2 tersebut dapat dilihat bahwa rangkaian sistem kontrol untuk gerak sirip elevator ini dapat berfungsi dengan baik.

#### 4.2 Pengujian Step Respons Untuk Kendali Gerak Sirip

Pengujian step respons untuk kendali gerak sirip ini adalah pengujian respons sistem kontrol gerak sirip dari masukan step sebesar 5 derajat melalui port serial pada mikrokontroler, kemudian dilihat responsnya melalui jalur serial. Pada tahap ini, program yang ditanamkan pada mikrokontroler telah menggunakan algoritma kendali PI tanpa *feed forward*. Hasil dari pengujian ini dapat dilihat pada gambar 4.3 berikut.

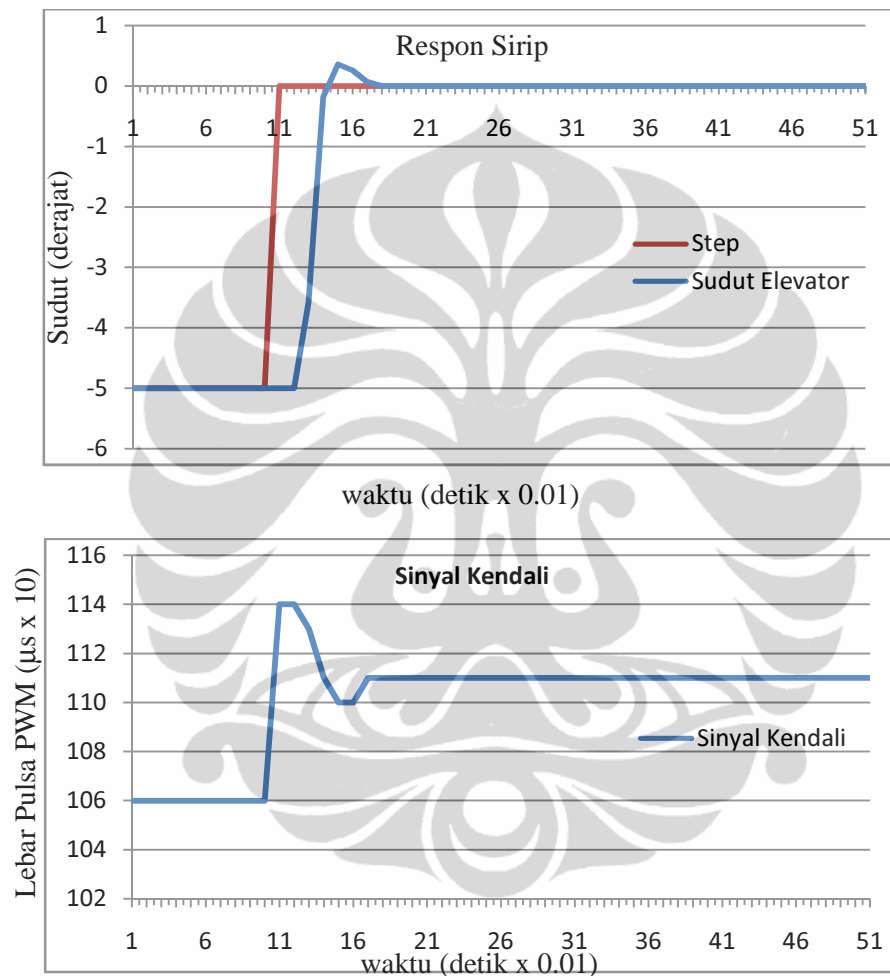


Gambar 4.3 Step respons sistem kendali PI gerak sirip elevator

Dari grafik pada gambar 4.3 tersebut dapat dilihat bahwa sistem kontrol untuk gerak sirip elevator pada pesawat tanpa awak ini dapat berfungsi namun masih memiliki kendala pada *settling time* yang lama. Hal ini hampir sama dengan

simulasi pada gambar 3.9 pada bab tiga sebelumnya. Ini menunjukkan bahwa model sistem yang digunakan telah dapat mewakili dari sistem gerak sirip elevator ini.

Gambar 4.4 berikut adalah pengujian step respons untuk kendali gerak sirip elevator dengan algoritma kendali PI dengan feed forward sebagaimana telah disimulasikan pada bab tiga, dengan menaikkan nilai Kc menjadi dua kali.



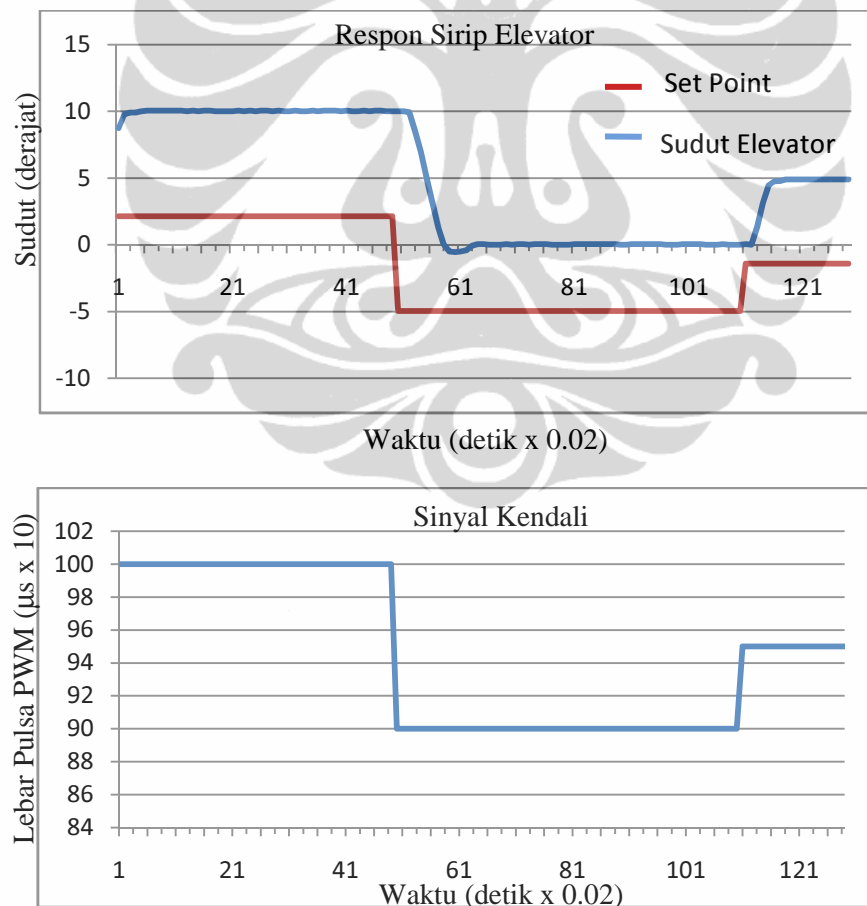
Gambar 4.4 Step respons dengan kendali PI + feed forward signal

Dari gambar 4.4 di atas terlihat bahwa kendali PI dengan feed forward ini mampu mengendalikan gerak sirip elevator dengan baik. Dengan demikian pengendali inilah yang nantinya akan digunakan untuk mengendalikan gerak sirip elevator yang akan digunakan saat pengujian terbang pesawat terbang tanpa awak.

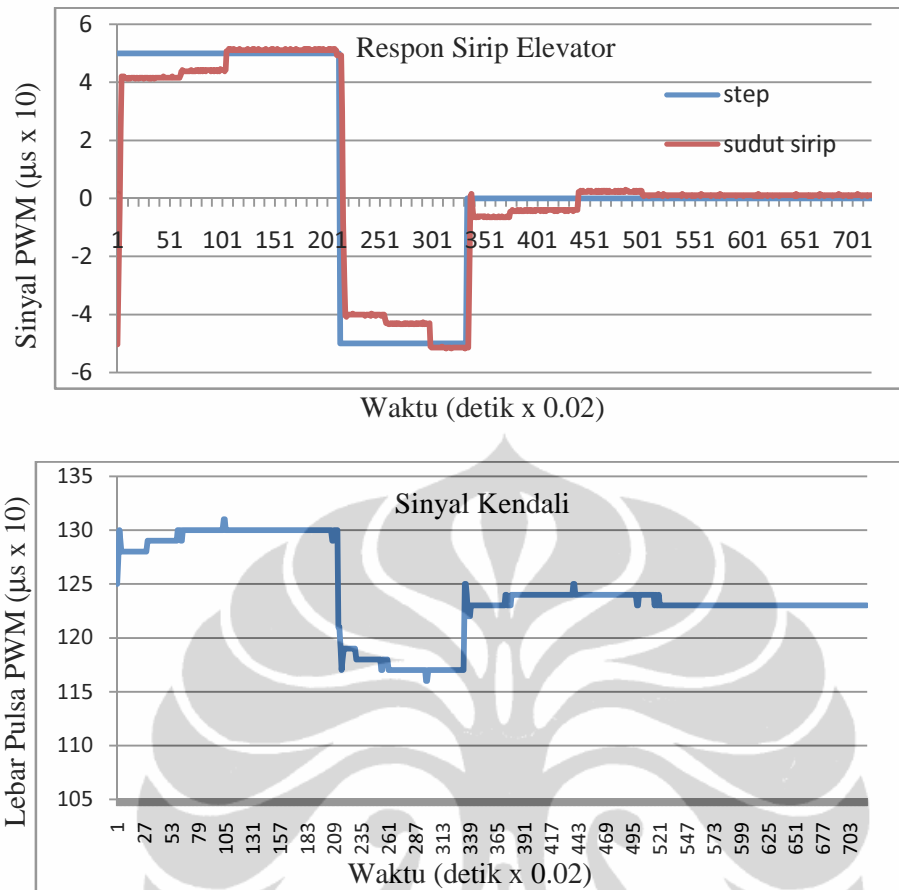
### 4.3 Pengujian Step Respons untuk Kendali Gerak Sirip dengan Pemberian Beban pada Sirip Elevator Pesawat.

Pengujian kendali dengan pemberian beban tambahan pada sirip elevator ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan kendali PI ini terhadap tambahan beban yang terjadi pada sirip elevator. Efek tambahan beban ini dimungkinkan saat pesawat dalam keadaan terbang, dikarenakan adanya gaya dari udara yang mengalir pada sirip elevator.

Pada pengujian penambahan beban ini digunakan beban seberat  $\pm 500$  gram yang ditempatkan pada sirip elevator. Dilakukan dua kali pengujian, pengujian pertama adalah pengujian beban tanpa pengendali sirip elevator, sedang pengujian kedua adalah pengujian beban dengan pengendali sirip elevator. Hasil dari pengujian ini dapat dilihat pada gambar 4.5 dan gambar 4.6 berikut.



Gambar 4.5 Pengujian beban tanpa pengendali sirip elevator



Gambar 4.6 Step respons sistem kendali sirip *elevator* dengan tambahan beban

Dari hasil pengujian penambahan beban pada sirip elevator ini dapat dilihat bahwa sistem kendali ini mampu mengendalikan posisi sudut sirip elevator menuju ke set point jika dibandingkan dengan tanpa pengendali, akan tetapi mempunyai kelemahan yaitu settling time yang lama. Hal ini diasumsikan terjadi karena torsi dari motor servo yang kecil, (4 kg.cm), yang mengakibatkan motor servo tidak mampu menggerakkan sirip dengan sinyal kendali yang kecil. Dengan tidak Bergeraknya motor servo, maka akan menaikkan nilai error kumulatif dari pengendali PI, sehingga akan menaikkan nilai sinyal kendali. Ketika sinyal kendali besar, maka motor servo baru bisa menggerakkan sirip elevator ini.

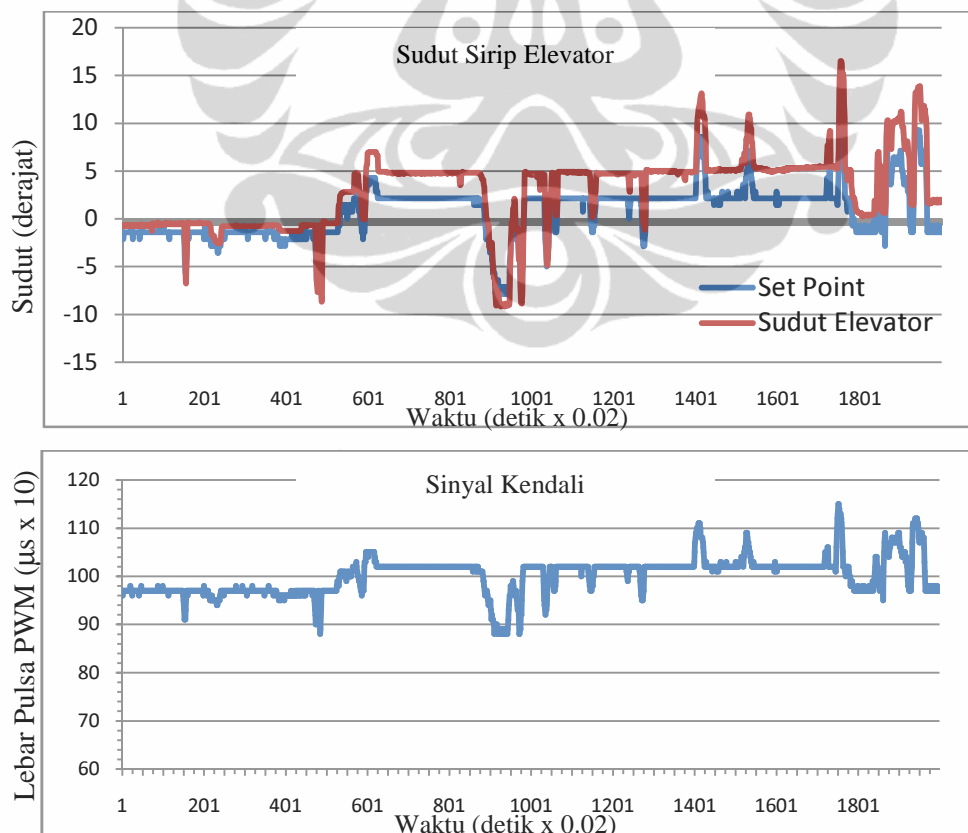
#### 4.4 Uji terbang Sistem Kontrol Gerak Sirip Elevator

Uji terbang sistem kontrol gerak sirip *elevator* pada pesawat terbang tanpa awak ini diuji dengan menanamkan program kontroler pada pesawat terbang *aeromodelling*.

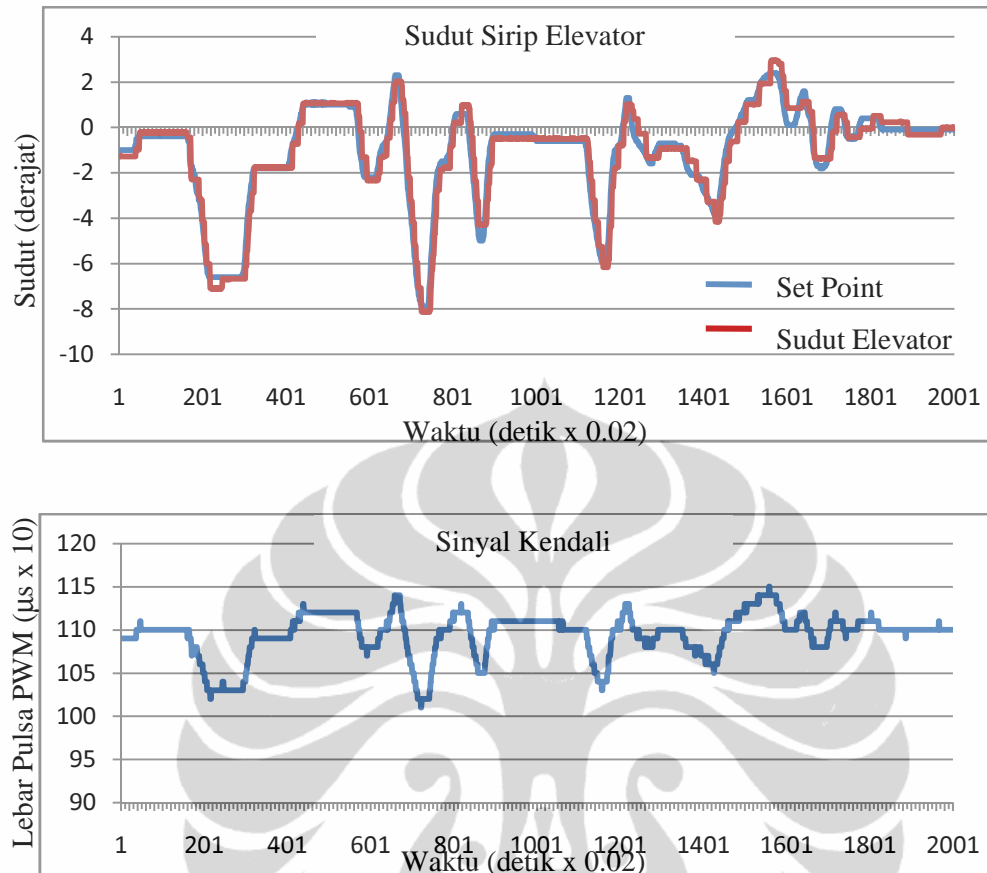
Pada pesawat terbang ini belum menggunakan sistem kontrol navigasi sebagai sistem utama dari sistem kontrol terbang pesawat tanpa awak. Pada penelitian ini sistem utama dari sistem kontrol terbang untuk sementara diganti dengan *receiver* dari pesawat *aeromodelling*, sehingga sebagai ‘sistem utama’ dari kontrol terbang pesawat tanpa awak ini adalah pilot yang menerbangkan pesawat dari jarak jauh. Konfigurasi dari sistem kontrol ini telah dijelaskan pada gambar 3.3 dan 3.4 pada bab 3.

Dilakukan dua kali pengujian dalam uji terbang ini. Uji terbang pertama dilakukan dengan kondisi sistem gerak *elevator* tidak dipasang sistem kontrol posisi sudut, hanya dengan mengandalkan sinyal dari *receiver* tanpa *feedback* / *open loop*. Sedangkan pada pengujian kedua, pada sistem gerak *elevator* diberikan sistem kontrol posisi sudut. Dari dua pengujian ini akan dilihat perbedaan antara sistem gerak *elevator* tanpa pengendali dan dengan pengendali.

Hasil dari uji terbang pesawat tanpa awak ini dapat dilihat pada gambar 4.7 dan 4.8 berikut.



Gambar 4.7 Respons sudut elevator tanpa pengendali



Gambar 4.8 Respons gerak sirip elevator dengan pengendali

Dari gambar 4.7 dan 4.8 terlihat bahwa kendali gerak sirip elevator mampu mengendalikan gerak sirip dengan baik jika dibandingkan dengan tanpa pengendali, meskipun masih belum mampu mengikuti set point secara lebih 'halus'.

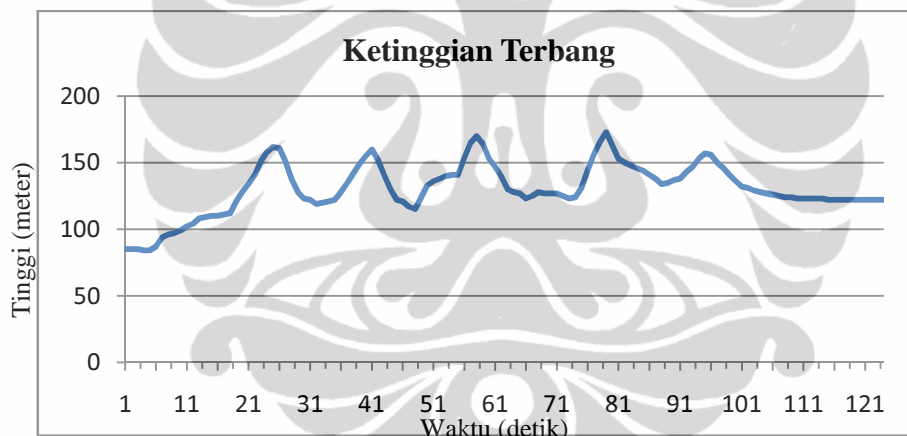
Apabila dari grafik pada gambar 4.8 tersebut dihitung error dari tiap-tiap titik, kemudian dirata-ratakan, maka didapat rata-rata error dari sudut sirip elevator ini adalah 0.36 derajat.

Pada uji terbang ini juga dipasang sensor GPS (*Global Positioning System*), yang digunakan untuk membaca kecepatan dan ketinggian terbang dari pesawat, serta berguna untuk plotting lintasan pesawat saat terbang. Gambar 4.9 berikut adalah grafik dari kecepatan terbang pesawat.



Gambar 4.9 Grafik kecepatan terbang pesawat

Dari grafik pada gambar 4.9 tersebut dapat dilihat, kecepatan terbang pesawat tanpa awak ini berkisar antara 50 sampai 176 km/jam. Sedangkan ketinggian terbang pesawat ini dapat dilihat pada gambar 4.10 berikut.



Gambar 4.10 Ketinggian terbang pesawat

Dari gambar 4.10 dapat dilihat ketinggian terbang pesawat terbang tanpa awak ini saat uji terbang. Nilai ketinggian dari GPS ini dihitung berdasarkan *sea level*. Ini hanyalah ketinggian saat uji terbang saja. Bila dilihat dari kemampuannya, pesawat terbang tanpa awak ini mampu untuk terbang jauh lebih tinggi dari saat uji terbang ini. Pada gambar 4.10 tersebut terlihat beberapa siklus 'bukit' dan 'lembah' dari grafik ketinggian, yang memperlihatkan pengujian sirip elevator sedang dilakukan.

Pada gambar 4.11 berikut adalah lintasan pesawat terbang berdasarkan data *latitude* dan *longitude* dari GPS, yang di plot dengan bantuan perangkat lunak *Google Earth*.





Gambar 4.11 Plot lintasan pesawat terbang

