SISTEM KOMPUTASI GERAK LURUS BERATURAN (GLB) PADA PESAWAT ATWOOD MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER

John Adler, Dida Nurdiansyah
Teknik Komputer Unikom, Bandung
john.adler@email.unikom.ac.id, dida.nurdiansyah@gmail.com

ABSTRAK

Pesawat Atwood merupakan seperangkat alat yang diciptakan oleh George Atwood untuk mengilustrasikan Hukum Newton tentang gerak. Di Laboratorium Fisika Universitas Komputer Indonesia, Pesawat Atwood diaplikasikan oleh praktikan untuk mempelajari bagaimana gerak lurus bekerja sedangkan yang masih digunakan secara manual sehingga membutuhkan waktu yang lama untuk mengolah data. Hal tersebut menyebabkan pembelajaran kurang effisien sehingga dirancanglah Pesawat Atwood dengan sistem komputasi supaya dapat mempermudah proses pengolahan data. Sistem Komputasi Pesawat Atwood dirancang untuk mengukur gerak lurus beraturan menggunakan sensor optocoupler sehingga dapat mendeteksi putaran dari kantrol pada Pesawat Atwood yang dikirimkan melalui mikrokontroler untuk ditampilkan pada komputer. Setelah diujikan menggunakan metode blackbox dan kuesioner kepada 10 orang asisten dosen dan 40 orang mahasiswa, 83% hasil kuisioner menyatakan pengambilan data menggunakan pesawat atwood sangat mudah dan dilakukan dengan cepat. Kecepatan yang dihasilakan dari rumusan metode least square yang dihasilkan dari sistem komputasi yaitu 38,31 dan persentasi kesalahan data yaitu 6,7%

Kata kunci : Pesawat *Atwood*, Sistem Komputasi, Gerak Lurus Beraturan, *Mikrokontroler, Optocoupler*.

1. PENDAHULUAN

Arisoteles (384-332 SM**)** mengamati sebuah benda jatuh yang lebih berat dengan benda yang lebih ringan. Gerak benda yang lebih berat ternyata lebih cepat mencapai tanah dibandingkan benda yang lebih ringan. Galileo Galilei (1564-1642 M) secara tidak sengaja mengamati benda dari menara pisa dengan menjatuhkan berat benda yang berbeda. Seorang ilmuan lain yang mengamati gerak adalah Isaac Newton (1642-1727 M).

George Atwood mengembangkan sebuah alat yang digunakan di dunia pendidikan yang bernama Pesawat *Atwood*. Namun, Pesawat *Atwood* yang digunakan masih terlalu sulit diaplikasikan oleh para praktikan.

Pesawat *Atwood* dapat digabungkan dengan teknologi mikrokontroler dan komputer sehingga menjadi terkomputerisasi. Hal itu diharapkan memudahkan praktikan untuk pengolahan data.

2. TEORI PENUNJANG

Pada ilmu fisika berbagai gerak suatu benda dari mulai gerak kelereng, gerak rotasi planet, gerak roket atupun gerak jatuhnya apel dari pohon dipelajari dalam cabang fisika yang disebut dengan mekanika. Secara umum mekanika dibagi dalam dua pokok bahasan, yaitu dinamika dan kinematika. Pada dinamika dipelajari gerak benda dan penyebab benda itu bergerak dan kinematika mempelajari gerak benda saja dan tidak perlu diketahui penyebab dari gerak benda[4].



Gambar 1 Hubungan antar sub pokok bahasan dalam kinematika

Gerak lurus adalah gerak suatu objek dengan lintasan berupa garis lurus. Gerak lurus dibagi menjadi dua gerak lurus beraturan (GLB dan gerak lurus berubah beraturan (GLBB) Sedangkan gerak lurus beraturan artinya gerak benda yang lintasannya lurus dan kecepatannya tetap, sehingga nilai percepatannya nol[1].

$$a = \frac{dv}{dt} = 0 \quad \text{..... (1)}$$

keterangan :
a = percepatan (m/s^2)
v = kecepatan (m/s)
t = waktu tempuh benda (s)

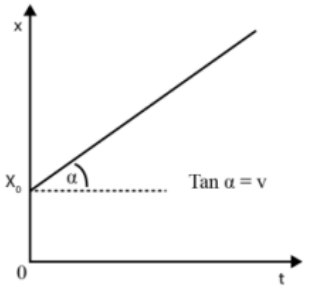
Jika posisi suatu benda dinyatakan dengan $\boldsymbol{x}$, sedangkan waktu disimbolkan dengan $\boldsymbol{t}$, maka sebuah

benda yang bergerak lurus beraturan dengan kecepatan ***v*** akan mengikuti persamaan gerak sebagai berikut :

$$X = X_0 + V \cdot t \text{..... (2)}$$

keterangan :
X = jarak (m)
X_0 = jarak awal (m)
V = kecepatan (m/s)
t = waktu tempuh benda (s)

Dari pasangan data terurut (X,t) kita dapat menentukan parameter X_0 dan V. Jika kita buat grafik x terhadap t, maka kita peroleh suatu kurva lurus. Dengan menggunakan metoda *Least Square* kita dapat menentukan nilai X_0 dan V.



Gambar 2 Grafik x terhadap t untuk benda yang bergerak lurus beraturan

2.1 Hukum Newton

2.1.1 Hukum Newton I

Bunyi Hukum Newton pertama yaitu setiap benda akan mempertahankan keadaan diam atau bergerak lurus beraturan, kecuali ada gaya yang bekerja untuk mengubahnya.. Dirumuskan secara matematis menjadi :

$$\sum F = 0 \implies \frac{dv}{dt} = 0 \text{..... (3)}$$

keterangan :
F = gaya benda (N)
v = kecepatan (m/s)
t = waktu tempuh benda (s)

2.1.2 Hukum Newton II

Bunyi Hukum Newton yang kedua yaitu perubahan dari gerak selalu berbanding lurus terhadap gaya yang dihasilkan, dan memiliki arah yang sama dengan garis normal dari titik singgung gaya dan benda. Dapat dirumuskan menjadi :

$$F = m\frac{dv}{dt} = ma \text{..... (4)}$$

keterangan :
F = gaya benda (N)
m = massa benda (gr)
v = kecepatan (m/s)
t = waktu tempuh benda (s)
a = percepatan (m/s^2)

2.1.3 Hukum Newton III

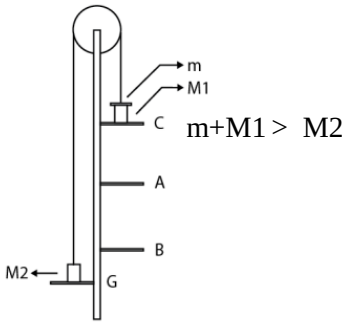
Hukum ketiga menjelaskan bahwa semua gaya adalah interaksi antara benda-benda yang berbeda, maka tidak ada gaya yang bekerja hanya pada satu benda. Dengan asumsi benda A dan benda B memberikan gaya terhadap satu sama lain secara matematis hukum ketiga ini bisa dituliskan sebagai berikut ;

$$\sum F_{a,b} = -\sum F_{a,b} \text{..... (5)}$$

keterangan :
$F_{a,b}$ = gaya-gaya yang bekerja pada A oleh B (N)
$F_{b,a}$ = gaya-gaya yang bekerja pada B oleh A (N)

2.2 Pesawat Atwood

Pesawat Atwood adalah seperangkat alat yang memungkinkan kita untuk mengamati bagaimana sebuah benda bergerak lurus beraturan (GLB) dan gerak lurus yang dipercepat (GLBB). Model dari Pesawat *Atwood* dapat dilihat pada gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3 Model Pesawat *Atwood*

Cara kerja Pesawat *Atwood* adalah sebagai berikut :
1. Beban M1 dan M2 dipasangkan pada ujung-ujung tali yang ada pada katrol. Pada keadaan ini sistem tidak bergerak karena resultan gaya sama dengan nol.
2. Sebelum dipasangnya beban tambahan (m), M1= M2
3. M2 dipasang pada genggaman G
4. Lalu beban tambahan m dipasang pada M1
5. Saat M2 dilepaskan dari genggaman G maka M1 dan massa tambahan akan bergerak ke bawah sedangkan M2 akan bergerak ke atas.
6. Pada saat M1 melewati penahan di A, beban tambahan (m) tersangkut sehingga sistem percepatan status akan menuju seimbang.

2.3 Sensor *Optocoupler*

Optocoupler adalah suatu sensor yang terdiri dari 2 bagian yaitu *transmitter* dan *receiver*. Pada *transmitter* menggunakan *infrared*. Jika dibandingkan dengan menggunakan LED biasa, *infrared* memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap sinyal tampak. Cahaya yang dipancarkan oleh LED infra merah tidak terlihat oleh mata telanjang. Sedangkan *receiver* menggunakan *phototransistor*. *Phototransistor* merupakan suatu transistor yang peka terhadap cahaya. Suatu sumber cahaya menghasilkan energi panas, begitu pula dengan spektrum *infrared*. Karena spekrum *infrared* mempunyai efek panas yang lebih besar dari cahaya tampak, maka *phototransistor* lebih peka untuk menangkap radiasi dari sinar *infrared*.

2.4 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah chip yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umumnya dapat menyimpan program didalamnya. Penggunaan utama mikrokontroler adalah untuk mengontrol operasi sebuah mesin yang menggunakan program yang tetap yang disimpan dalam *rom* dan tidak berubah sepanjang umur sistem tersebut.

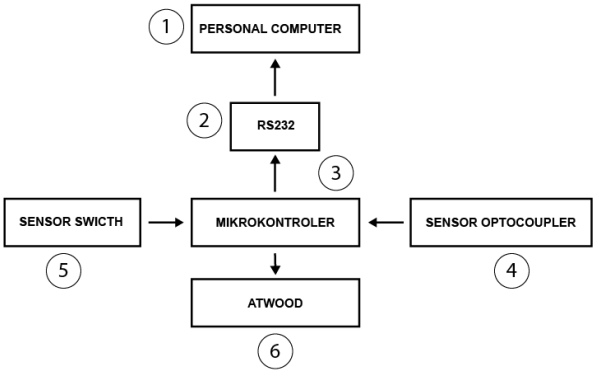
2.5 Visual Basic 6.0

Visual Basic merupakan bahasa pemrograman tingkat tinggi dengan bahasa *basic*. Bentuknya visual yang memungkinkan pengguna untuk berkreasi lebih baik dalam menghasilkan suatu program dan dapat diaplikasikan untuk *interface* suatu sistem.

3. PERANCANGAN

3.1 Diagram Blok

Diagram blok sistem komputasi yang akan dirancang terdiri dari beberapa bagian. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat padai gambar 4.



Gambar 4 Diagram Blok Sistem

1. *Personal Computer* digunakan untuk *User Interface* (UI) program untuk melihat hasil dari perhitungan komputasi yang diambil dari Pesawat *Atwood*.
2. RS232 merupakan perangkat pengubah sinyal antara mikrokontroler dengan *Personal Computer* agar dapat saling berkomunikasi.
3. Mikrokontroler menerima masukan dari *push button* dan memerintahkan genggaman supaya terbuka
4. Ketika katrol berputar sensor *optocoupler* mengirimkan sinyal ke mikrokontroler.
5. Apabila beban tambahan terlepas pada titik A maka sensor switch akan mengirimkan sinyal ke mikrokontroler.
6. Genggaman M2 secara otomatis akan terlepas ketika ada perintah dari mikrokontroler.

3.2 Perancangan Perangkat Keras

3.2.1 Desain Pesawat *Atwood*

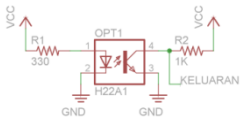
Perancangan sistem komputasi untuk Pesawat *Atwood* terdapat beberapa sensor yang akan dipasang dibeberapa bagian. Selain itu terdapat juga mekanik otomatis pada genggaman, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5 Rancangan desain *Pesawat Atwood*

3.2.2 Rangkaian Sensor Optocoupler

Sensor ini digunakan untuk mendeteksi putaran katrol. Apabila cahaya *infrared* masuk ke *phototransistor* maka akan menghasilkan tegangan lebih tinggi dibandingkan dengan tidak ada cahaya *infrared* yang masuk ke *phototransistor*. Skematik rangkaian *optocoupler* dapat dilihat pada gambar 3.3 di bawah ini.



Gambar 6 Rangkaian sensor *optocoupler*

3.2.3 Mikrokontroler ATmega 8535

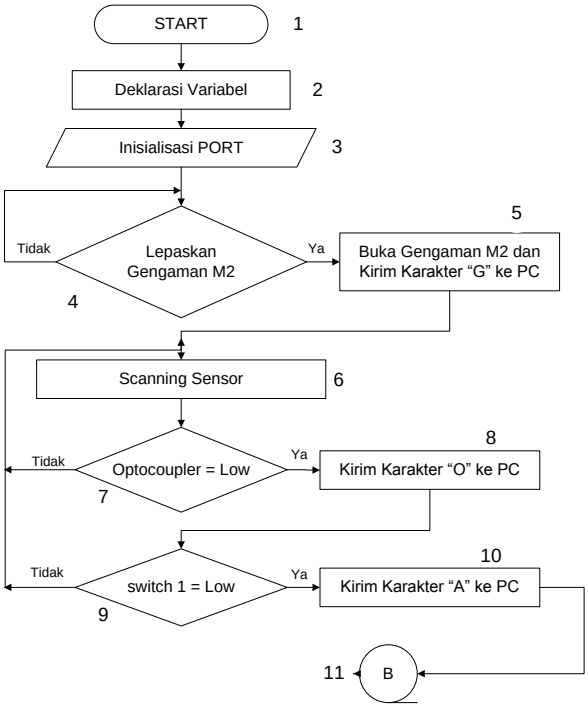
Mikrokontroler yang digunakan adalah Mikrokontroler ATmega8535. Mikrokontroler ini memiliki 32 port yang dapat digunakan untuk masukan maupun keluaran. Port mikrokontroler ATmega8535 yang akan digunakan dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Tabel Penggunaan Pin Mikrokontroler ATmega8535

Nama Pin	Fungsi	Keterangan
PIN A0	*Output*	*Driver* Motor Arah
PIN A1	*Output*	*Driver* Motor RPM
PIN B4	*Input*	*Push Button*
PIN B0	*Input*	*Optocoupler*
PIN B1	*Input*	*Switch* 1

3.2.4 Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

Perancangan pada perangkat lunak dibagi 2 yaitu perancangan perangkat lunak pada mikrokontroler dan visual basic. Alur dari cara kerja sebuah program biasa digambarkan dalam bentuk diagram yang disebut dengan *flowchart*. *Flowchart* perangkat lunak pada mikrokontroler dapat dilihat pada gambar 7.



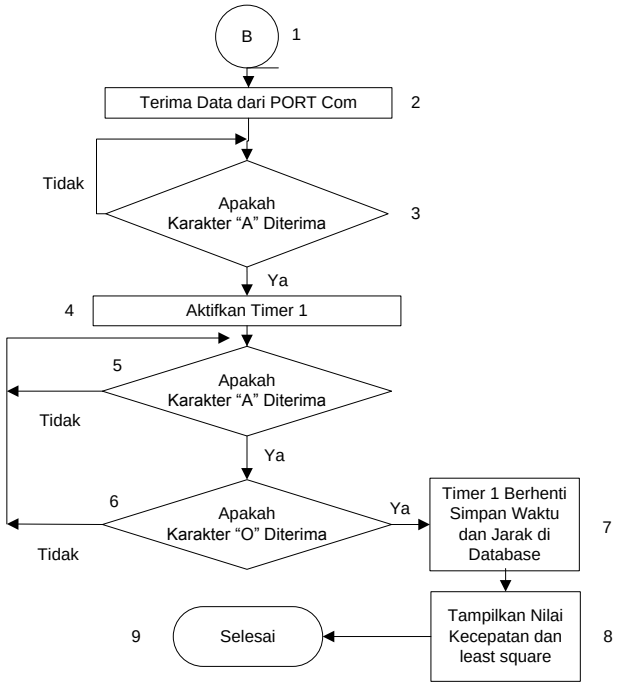
Gambar 7 *Flowchart* perangkat lunak pada mikrokontroler

Untuk mempermudah memahami *flowchart* perangkat lunak pada mikrokontroler dapat dilihat tabel 2 yang menjelaskan alur program yang lebih rinci.

Tabel 2 Penjelasan Flowchart pada Mikrokontroler

No	Keterangan
1	Memulai program mikrokontroler
2	Deklarasi variabel program mikrokontroler
3	Inisialisasi port mikrokontroler
4	Apakah genggaman M1 ingin dilepaskan ? Jika ya kerjakan no. 5, dan jika tidak kerjakan no 4
5	Buka genggaman M1 pada Pesawat *Atwood* dan kirim karakter "G" ke PC
6	Periksa sensor dan melakukan *scanning*
7	Apakah sensor optocoupler berkondisi *low* ? Jika terpenuhi kerjakan no. 8, dan jika tidak kerjakan no 9
8	Kirim karakter "O" ke Personal Computer
9	Apakah sensor Switch 1 berkondisi *high* ? Jika terpenuhi kerjakan no. 10, dan jika tidak kerjakan no 11
10	Kirim karakter "A" ke Personal Computer
11	Melanjutkan ke proses B

Flowchart perangkat lunak pada visual basic 6.0 dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8 Flowchart Visual Basic

Tabel 3 di bawah ini menjelaskan *flowchart* dari gambar 8 pada perancangan perangkat lunak visual basic.

Tabel 3 Penjelasan Flowchart Visual Basic

No	Keterangan
1	Memulai program
2	Terima data dari mikrokontroler melalui port komputer
3	Apakah karakter “G” diterima oleh komputer ? Jika benar kerjakan no. 4, dan jika tidak kerjakan no. 3
4	Aktifkan semua timer
5	Apakah karakter “A” diterima oleh komputer ? Jika benar kerjakan no. 6, dan jika tidak kerjakan no. 8
6	Apakah karakter “O” diterima oleh komputer ? Jika benar kerjakan no. 8, dan jika tidak kerjakan no. 7
7	Timer 1 berhenti, simpan waktu dan jarak dalam database
8	Tampilkan nilai kecepatan dan hasil *least square*
9	Program selesai

Bentuk tampilan dari program *Visual Basic 6.0* untuk pengambilan data secara otomatis dapat dilihat pada gambar 9 di bawah ini.



Gambar 9 Rancangan bentuk tampilan pada *Visual Basic 6.0*

4. HASIL PENGUJIAN

Pengujian yang digunakanm pada sistem komputasi ini yaitu pengujian data, pengujian *alpha* dan pengujian *beta*. Pengujian dilakukan di Laboratorium Fisika Universitas Komputer Indonesia.

4.1 Pengujian data

Setelah sistem komputasi diuji coba sebanyak 20 kali percobaan terdapat hasil nilai A dan B dari Metode Least Square. Nilai A dan B dari hasil percobaan tersebut dapat dilihat pada tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4 Nilai A dan B Metode Least Square hasil percobaan

Percobaan ke	Nilai A	Nilai B	Persentase Kesalahan Data
1	30.32	7.53	14.53%
2	36.39	6.02	7%
3	33.86	4.31	7%
4	39.34	3.02	4.83%
5	44.29	5.25	5.93%
6	36.57	3.58	3.86%
7	30.24	6.48	10%
8	42.78	5.76	7.06%
9	34.58	4.59	7.13%
10	33.85	7.03	8.73%
11	32.58	6.09	8.13%
12	41.54	5.03	7.8%
13	34.99	3.45	5.86%
14	43.56	6.53	8.4%
15	28.23	6.46	8.6%
16	46.45	3.10	5.06
17	44.84	2.86	4.3%
18	46.46	3.10	5.06%
19	41.53	5.5	5.3%
20	43.73	5.41	5.4%
Rata-rata	38.31	6.74	6.7%

Dilihat dari tabel 4 Nilai rata-rata A adalah 38,31 dan persentase kesalahan data yaitu 6,7%

4.2 Pengujian *Alpha*

Pengujian *alpha* yaitu pengujian yang dilakukan pengembang atau pembuat sistem terhadap sistem yang sudah dibuat. Pengujian *alpha* pada sistem akan dilakukan secara *Blackbox* yaitu metode yang memperhatikan masukan sistem dan keluaran sistem.

Tabel 5 Pengujian *Blackbox*

Aplikasi		
Masukan	Hasil yang diharapkan	Hasil pengujian
Masukan dari sensor *optocoupler*.	Tabel akan menampilkan data jarak (cm) dan waktu (detik) serta perhitungan kombinasi data jarak dan waktu sesuai dengan rumus metode *Least Square* . *Textbox Optocoupler* tertulis "OK"	[√] Diterima [ ] Ditolak

Masukan dari tombol *Reset* yang di klik	Data pada tabel hasil percobaan dihapus semua.	[√] Diterima [ ] Ditolak
Masukan *Push Button*	*Textbox* genggaman tertulis "OK" dan *stopwatch* aktif	[√] Diterima [ ] Ditolak
Masukan dari *switch*	*Textbox* Titik A tertulis "OK"	[√] Diterima [ ] Ditolak
Masukan dari Tabel hasil pengujian	Muncul nilai A sebagai gradien dan B pada metode *Least Square*	[√] Diterima [ ] Ditolak

Dari hasil pengujian blackbox dapat disimpulkan bahwa komponen aplikasi pada Sistem Komputasi Pesawat *Atwood* berjalan dengan baik.

4.2 Pengujian *Beta*

Pengujian *beta* merupakan pengujian yang dilakukan secara objektif dimana pengujian dilakukan secara langsung kepada responden dengan cara memberikan kuesioner pada calon pengguna perangkat lunak yang dibangun.

Kuesioner diberikan kepada beberapa pengguna perangkat lunak yang dibangun yaitu asisten dosen sebanyak 10 orang dan praktikan sebanyak 40 orang. Setelah diuji dengan pengujian *beta*, dapat disimpulkan beberapa sikap calon pengguna, yaitu

- ✓ Bentuk tampilan dari aplikasi yang menarik dan interaktif membuat pengguna merasa nyaman dan mudah memahami penyajian data jarak, waktu dan *least square*. Selain itu, Penataan elemen program yang baik memudahkan pengoperasian aplikasi.
- ✓ Jumlah data yang cukup dan waktu respon yang cepat membuat pengguna lebih mudah untuk membuat laporan akhir praktikum dan mempermudah pembelajaran. Namun, beberapa pengguna masih merasa kesulitan dalam menggunakan Sistem Komputasi Pesawat *Atwood*

5. SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan yang dapat diambil berdasarkan dari hasil pengujian pengujian yang telah dilakukan, yaitu :

1. Kecepatan benda dari rumusan *Least Square* yang dihasilkan sistem komputasi yaitu 38,31 cm/s dan persentasi kesalahan data yaitu 6,7%
2. Sebanyak 83% hasil kuisioner mengatakan sistem komputasi pesawat *Atwood* dapat memudahkan pengguna dalam penggambilan data.
3. Sebanyak 84% hasil quisioner mengatakan pengambilan data menggunakan sistem komputasi pesawat *Atwood* dapat dilakukan dengan cepat.

Saran untuk penelitian selanjutnya agar dapat mengukur Gerak Lurus Beraturan dan Gerak Lurus Berubah Beraturan secara langsung. Selain itu, data yang dihasilkan lebih akurat. Pengaturan jarak yang diinginkan dapat juga diatur agar lebih memudahkan praktikan menentukan jarak yang ingin diukur dan jumlah data yang dihasilkan lebih banyak.

6. DAFTAR PUSTAKA

[1] Team Dosen Fisika. 2014. *Modul Praktikum Fisika Dasar 1*. Universitas Komputer Indonesia (UNIKOM), Bandung.

[2] Syahrul. 2015. Mikrokontroler AVR ATmega8535. Bandung: Informatika

[3] Alviana, S. 2013. *Sistem Komputasi Model Gerak Lurus dengan Pesawat Atwood berbasis Mikrokontroler*. Skripsi. Bandung: Teknik Komputer

[4] Ishaq, U. M. 2007. *Fisika Dasar*. Bandung: Graha Ilmu.

[5] Halliday dan Resnick, 1991, *Fisika Jilid I (Terjemahan)*, Jakarta: Penerbit Erlangga.

[6] Tipler, P. A., Mosca G., 2007, *Physics for Scientists and Engineers*. New York : W. H. Freeman

[7] Retrieved Oktober 3, 2013, from http://www.id.wikipedia.org/wiki/PesawatAtwood