

Trainer Kit Pelontar Kubus Pada Praktikum Termodinamika Untuk Mengukur Kecepatan

Muhammad Prihadi Eko Wahyudi*, Natalia Parhusip, Fauzun Atabiq, Qoriatul Fitriyah

Politeknik Negeri Batam-Electrical Engineering
Power Plant Engineering Technology Study Program
Jl Ahmad Yani, Batam Centre, Batam 29461, Indonesia

*E-mail: prihadieko@polibatam.ac.id

Abstrak

Trainer Kit merupakan salah satu alat pendukung dalam proses pembelajaran praktikum Termodinamika. Rancangan alat pelontar kubus dibuat dengan sistem kerja ketapel yang di cetak menggunakan mesin 3D *printing*. Komponen utama *trainer kit* untuk mengukur kecepatan hasil lontaran kubus terdiri dari. Sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai pengukur jarak lontaran yang diinginkan. *Stopwatch* sebagai pengukur lamanya waktu pada pelontaran kubus, yang menggunakan TTP223 (*capacitive touch*) sebagai pemicu dan penghenti *stopwatch*. *Loadcell* sebagai pengukur berat kubus material. Hasil pembacaan pada alat ukur ditampilkan di LCD 20×4 dengan modul i2c. Perhitungan nilai kecepatan menggunakan visual basic 6.0. Hasil percobaan *loadcell* untuk mengukur 6 jenis material yang berbeda dengan berat 5-63g dengan error pengukuran rata-rata 1,2%. Hasil percobaan ultrasonik dengan pengukuran bertahap 3-100cm memiliki eror pengukuran sebesar 0% pada jarak maksimal 70cm dan eror 1,1% pada jarak lebih dari 70cm. Hasil percobaan timer dengan TTP223 pada 15 pengujian memiliki error perhitungan 0,37%.

Kata kunci: *Trainer kit* Termodinamika, Kecepatan, Gaya, Tekanan

Abstract

The Trainer Kit is one of the tools that supports the learning process of the Thermodynamics Lab Course. The objects ejection tool design is created with a 3D printed catapult movement system. The main components of the objects Ejection Speed Trainer Kit are: Use the ultrasonic sensor HC-SR04 as a guide for the desired firing distance, a stopwatch as a measure of time spent throwing objects using the TTP223's capacitive touch as a start and stop clock. Load cell as a measure of the weight of the objects. Meter reading results are displayed on a 20x4 LCD with an i2c module and calculation of velocity values using Visual Basic 6.0. Results of a load cell experiment measuring 6 different materials weighing between 5 and 63 g with an average measurement error of 1.2%. As result of ultrasonic examination measured in increments of 3 to 100 cm, the measurement error is 0% at the maximum distance of 70 cm, and the error is 1.1% at 70 cm or more. The result of the timer experiment using TTP223 in 15 tests has an arithmetic error of 0.37%.

Keyword: *Thermodynamic Trainer kit, Velocity, Force, Pressure*

I. PENDAHULUAN

Kemajuan ilmu pengetahuan seiring perkembangan zaman tidak bisa dihindari, terutama memberi pengembangan dan inovasi bagi para akademisi terkhusus dalam bidang pendidikan, seperti perkuliahan pada sesi praktikum. Alat-alat praktikum akan sangat membantu mahasiswa dalam proses pembelajaran. Namun pada praktikum termodinamika, untuk mengetahui kecepatan benda yang dilontarkan masih menggunakan sistem manual dalam pelontaran benda tersebut. yakni dengan menggunakan lemparan tangan

manusia yang cukup tinggi nilai eror perhitungannya. Oleh karena itu, penulis merancang desain *trainer kit* yang dapat melontarkan kubus serta faktor pendukung untuk mengetahui kecepatan lontaran seperti alat ukur jarak dan waktu pada mata kuliah Termodinamika. *Trainer kit* merupakan media yang digunakan untuk menunjang pembelajaran dan mempermudah dalam memahami materi pembelajaran karena dengan adanya *trainer kit* ini mahasiswa dapat melakukan praktik [1].

Hal ini menuntut penulis dalam membuat desain rancangan *trainer kit* pelontar kubus. Material kubus yang digunakan saat praktikum berupa bahan plastik,

kayu, aluminium, baja, kuningan, dan tembaga. Masing-masing material kubus tersebut berukuran sama yaitu panjang sisinya 2 cm. Dilihat dari material tersebut, pastinya memiliki berat benda yang berbeda-beda. Sehingga saat perancangan alat praktikum tersebut, ada timbangan yang dapat mengukur berat kubus tersebut.

Rancangan alat pelontar kubus dibuat dengan sistem kerja ketapel yang di cetak menggunakan mesin 3D printing. Komponen *trainer kit* untuk mengukur kecepatan hasil lontaran kubus terdiri dari jarak dan waktu. Sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai pengukur jarak lontaran yang diinginkan. *Stopwatch* sebagai pengukur lamanya waktu pada pelontaran kubus, yang menggunakan TTP223 capacitive touch sebagai start dan stop *stopwatch*. *Loadcell* sebagai pengukur berat kubus material. Hasil pembacaan pada alat ukur ditampilkan di LCD 20x4 dengan modul i2c. Perhitungan nilai kecepatan menggunakan software visual basic 6.0.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Termodinamika berasal dari kata Yunani yaitu *thermos* = panas dan *dynamic* = perubahan, sehingga dapat dikatakan sebagai cabang ilmu pengetahuan alam yang mempelajari perpindahan panas dan kerja dalam proses fisika maupun kimia [2]. Kata *Thermodynamics* berasal dari dua kata dasar yaitu *Thermo* dan *Dynamics*. *Thermo* yang berarti energi (panas, kerja, dan lain-lain), dan *Dynamics* yang artinya pergerakan, perubahan atau aliran. Jadi kata *Thermodynamics* berarti aliran, pergerakan atau perubahan energi. Ilmu *Thermodynamics* adalah ilmu yang mempelajari tentang perubahan, pergerakan atau aliran energi pada sebuah sistem keteknikan [3].

Media pembelajaran dan pengembangan keterampilan berpikir kritis melalui praktikum Pada realitanya mahasiswa cenderung mengalami kesulitan untuk memahami materi yang disampaikan apalagi hanya sebatas ceramah saja. Sehingga sangat diperlukan sebuah media pembelajaran yang dapat menunjang penerapan teori kepada mahasiswa. Media pembelajaran cenderung diartikan sebagai alat-alat grafis, fotografis atau elektronis untuk menangkap, memproses dan menyusun kembali informasi visual atau verbal. Namun media juga bisa diartikan sebagai sesuatu yang dapat digunakan untuk menyalurkan pesan, merangsang pikiran, perasaan, perhatian dan kemauan siswa, untuk terdorong dalam proses pembelajaran. Media pembelajaran diharapkan tidak saja hanya sebatas supporting tools akan tetapi dapat membawa informasi dan menjembatani pengetahuan (transfer knowledge) yang diperlukan oleh mahasiswa untuk dapat mengerti esensi dari materi perkuliahan tersebut. Keterampilan berpikir kritis merupakan bentuk keterampilan yang memerlukan brain processing yang cukup tinggi. Kemampuan berpikir kritis dituntut penggunaannya dapat menyelesaikan suatu

masalah atau disebut problem solving. Mahasiswa membutuhkan stimulasi terus-menerus sehingga daya nalar kemampuan berpikir kritisnya semakin berkembang. Kemampuan ini termasuk mendeteksi hal yang relevan, menjabarkan materi pembelajaran, kemampuan reasoning melalui eksperimen yang dilakukan, memberikan definisi dari materi pembelajaran yang diberikan serta membuat laporan ilmiah [4].

Kecepatan adalah cepat lambatnya perubahan kedudukan suatu benda terhadap waktu dan merupakan besaran vektor, sehingga memiliki arah. Menurut SI satuan kecepatan yaitu m/s. Cara menghitung kecepatan yaitu jarak tempuh dibagi dengan waktu tempuh. Jarak merupakan angka yang menunjukkan seberapa jauh suatu benda berubah posisi. Waktu merupakan interval antara dua buah keadaan / kejadian, atau bisa merupakan lama berlangsungnya suatu kejadian [5]. Berikut adalah rumus kecepatan :

$$V = \frac{s}{t} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :
V = kecepatan (m/s)
S = jarak (m)
t = waktu (s)

Gaya adalah sesuatu yang menyebabkan perubahan gerak dan atau bentuk suatu benda [6]. Dalam satuan SI (Sistem Internasional) gaya dinotasikan dengan huruf F berasal dari kata *force* yang berarti gaya dan dinyatakan dengan satuan newton (N). 1 newton adalah besarnya gaya yang bekerja pada benda yang massanya 1 kilogram, sehingga menimbulkan percepatan sebesar 1 meter/sekond².

$$1N = 1kgm/S^2 \dots \dots \dots (2)$$

Pada praktikum alat yang berkaitan dengan penggunaan rumus kecepatan salah satunya adalah gaya, dimana gaya disini merupakan besaran turunan dari hasil perkalian antara massa (m) dengan percepatan (a). Sehingga rumus yang dihasilkan adalah :

$$F = m \cdot a \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan :
F = gaya (N)
m = massa (kg)
a = percepatan (m/s²)

Percepatan memiliki satuan SI dengan simbol (a). Nilai dari percepatan merupakan hasil dari besaran kecepatan (m/s) dibagi waktu (s). Sehingga rumus yang dihasilkannya adalah :

$$a = \frac{v}{t} \dots \dots \dots (4)$$

Percepatan sebuah benda yang diberi gaya ialah sebanding dengan besar gayanya dan berbanding terbalik dengan massa bendanya.

Tekanan adalah besarnya gaya yang bekerja pada benda tiap satuan luas bidang [7]. Tekanan memiliki satuan yang disebut newton per satuan luas (N/m²) atau jika secara internasional (SI) satuannya menjadi Pascal (Pa). Satuan ini untuk mengenal salah satu ilmuwan yang mempelajari tekanan, yaitu Blaise Pascal. Tekanan suatu benda berbanding lurus dengan gaya dan berbanding terbalik dengan luas bidang tekan. Secara matematis, tekanan dirumuskan sebagai berikut:

$$P = \frac{F}{A} \dots \dots \dots (5)$$

Keterangan :

P = tekanan (N/m² atau Pa)

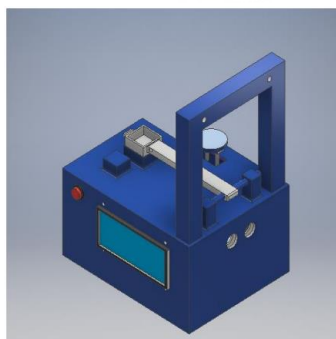
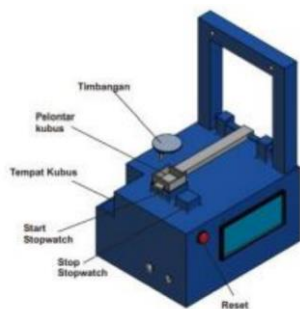
F = gaya (N)

A = luas bidang tekan (m²)

III. METODOLOGI

A. Perancangan Desain Mekanik

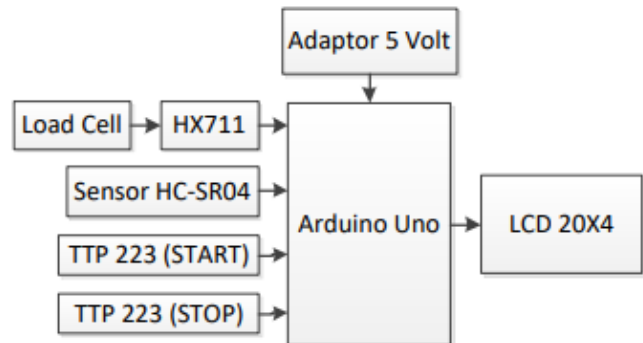
Sistem pelontar kubus pada *trainer kit* seperti ketapel yang dimodifikasi dengan hasil cetakan mesin 3D *printing*. Desain mekanik alat berupa box yang terdapat LCD 20x4 dengan modul i2c, sensor sentuh TTP223, sensor ultrasonik, *loadcell*, tombol push button untuk reset, dan pelontar kubus. Desain rancangan dapat dilihat pada Gambar 1. Desain mekanik dirancang dengan dimensi 163mm x 143mm x 253mm.



Gambar 1. Desain Mekanik Alat

B. Perancangan Desain Elektrik

Desain elektrikal alat mengikuti gambar 2 berikut:



Gambar 2. Desain Elektrikal

Pada gambar 2, input data didapat dari komponen *loadcell* untuk mengukur berat material, TP223 untuk membantu perhitungan waktu lontar, sensor ultrasonik digunakan untuk mengukur jarak lontar material. Arduino Uno digunakan untuk mengolah Informasi dan melakukan proses perhitungan dan ditampilkan pada LCD 20x4.

C. Pengujian

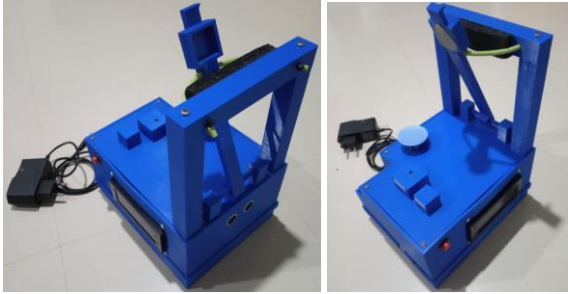
Untuk mengkonfirmasi keberfungsian alat *trainer kit* sebagai modul praktikum, perlu dilakukan beberapa pengujian diantaranya pengujian masing-masing sensor dan pengujian sistem perhitungan. Yakni:

1. Pengujian Loadcell.
2. Pengujian sensor ultra sonic.
3. Pengujian timer.
4. Perhitungan kecepatan dengan beberapa material.
5. Perhitungan gaya dan tekanan dengan beberapa material.

Sistem perhitungan dan tampilan modul praktikum akan menggunakan program visual basic. Dan akan disediakan 3 modul praktikum yang bisa digunakan untuk pembelajaran menggunakan *trainer kit* Termodinamika.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Rancangan desain mekanik yang sudah dicetak pada mesin 3D *printing*, selanjutnya memasang komponen-komponen *trainer kit* pelontar kubus dan instalasi alat menggunakan Arduino uno, terlihat pada Gambar 3 dan 4.



Gambar 3. Hasil Pengerjaan Mekanik Alat



Gambar 4. Hasil Pengerjaan Elektrikal Alat

A. Pengujian Loadcell

Material kubus yang digunakan pada praktikum termodinamika ada 6 buah yang terdiri dari material kayu, plastik, aluminium, tembaga, kuningan, dan baja. Dimensi material adalah $2 \times 2 \times 2 \text{ cm}^3$. Loadcell yang digunakan memiliki kapasitas beban maksimalnya adalah 1 kg. Pengujian loadcell untuk mengukur massa kubus tersebut akan dibandingkan dengan pengukuran timbangan digital tipe SF-400. Pertama, mengukur massa kubus menggunakan timbangan digital kemudian memberi label nilai hasil pengukuran pada bagian sisi kubus lalu menguji hasil pengukuran dengan loadcell. Hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Pengukuran Massa Material

Material Kubus	Timbangan (g)	Pengukuran load cell (g)					Rata-rata	
		Hasil 1	Hasil 2	Hasil 3	Hasil 4	Hasil 5	(g)	(%)
Kayu	5	5	5	5	5	5	5	100
Plastik	6	7	6	7	6	6	6,4	93,34
Aluminium	23	23	23	23	23	23	23	100
Tembaga	58	58	58	59	58	58	58,2	99,66
Kuningan	61	61	61	61	61	61	61	100
Baja	63	63	63	63	63	63	63	100



Gambar 5. Tampilan Pengukuran Massa.

Dari hasil pengujian loadcell yang dilakukan sebanyak 5 kali pengukuran, diketahui bahwa kubus dengan material kayu, aluminium, kuningan dan baja mendapat nilai yang sesuai dengan timbangan buah. Kubus plastik pada pengujian ke-1 dan ke-3 memperoleh nilai pengukuran 7 gram dan rata-ratanya menjadi 6,4 gram dengan error 6,66%. Kubus tembaga pada hasil pengujian ke-3 memperoleh nilai pengukuran 59 gram sehingga rata-ratanya 58,2 gram dengan error 0,34%. Tampilan pengukuran massa pada alat dapat dilihat pada gambar 5.

B. Pengujian Sensor Ultrasonik

Pengujian sensor ultrasonik dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi dari sensor tersebut, dan hasil pembacaan sensor jarak akan dibandingkan dengan alat 23 ukur meteran. Satuan dari pengukuran jarak pada trainer kit adalah meter (m). Hasil pengujian dituliskan pada tabel 2 berikut.

Tabel 2. Pengukuran Jarak Material

No	Pengukuran Jarak Penghalang		selisih (cm)	Error (%)
	Meteran (cm)	Sensor (m)		
1	3	0,03	0	0%
2	5	0,05	0	0%
3	10	0,10	0	0%
4	20	0,20	0	0%
5	30	0,30	0	0%
6	40	0,40	0	0%
7	50	0,50	0	0%
8	60	0,60	0	0%
9	70	0,70	0	0%
10	80	0,79	1	1,25%
11	90	0,89	1	1,11%
12	100	0,99	1	1%

Hasil pengujian sensor ultrasonik diatas dimulai dari jarak 3 cm hingga 100 cm, dalam membaca jarak sensor ke penghalang dapat diketahui bahwa pada jarak maksimal 70 cm sensor membaca sesuai jarak sebenarnya, akan tetapi pada jarak 80 - 100 cm sensor memiliki selisih 1 cm dengan jarak yang terukur pada meteran.

C. Pengujian Stop Watch

Stopwatch akan mulai menghitung waktu ketika menekan / menyentuh sensor TTP223. Hasil pembacaan nilai stopwatch dalam satuan detik (s). Pengujian stopwatch pada trainer kit akan dibandingkan dengan stopwatch pada HP, dengan cara menyentuh tombol start TTP223 pada trainer dan menekan start pada stopwatch HP secara bersamaan, lalu kemudian menyentuh tombol stop TTP223 pada trainer kit dan menekan stop pada stopwatch HP. Tabel 3 adalah hasil pengukuran stopwatch pada trainer kit dan HP.

Tabel 3. Pengukuran Waktu Tempuh Material

NO	Stopwatch (s)		Selisih (s)	Error (%)
	HP	Trainer Kit		
1	1,42	1,40	0,02	1,40%
2	1,64	1,64	0	0%
3	1,89	1,89	0	0%
4	2,01	2,00	0,01	0,49%
5	2,29	2,27	0,02	0,87%
6	2,37	2,35	0,02	0,84%
7	4,42	4,44	0,02	0,45%
8	4,44	4,45	0,01	0,22%
9	4,63	4,63	0	0%
10	4,67	4,69	0,02	0,42%
11	5,76	5,75	0,01	0,17%
12	6,08	6,09	0,01	0,16%
13	6,16	6,14	0,02	0,32%
14	6,54	6,55	0,01	0,15%
15	9,28	9,27	0,01	0,10%

Dari hasil pengujian sensor TTP223 yang menjadi fungsi tombol *start* dan *stop* pada *Stopwatch* dilakukan sebanyak 15 kali pengambilan data. Saat pengujian yang dilakukan dengan cara menekan start dan stop pada HP dan alat trainer kit secara bersamaan, diperoleh 3 data yang nilainya sama yaitu diwaktu 1,64 detik, 1,89 detik dan 4,63 detik. Selisih dari pengukuran waktu stopwatch antara HP dan alat trainer kit yaitu berkisaran 0,01 detik dan 0,02 detik. Sensor sentuh TTP223 ketika disentuh dengan jari dapat mendeteksi adanya sentuhan dan bekerja dengan baik. Jarak jangkauan sentuh pada TTP223 adalah maksimal 5 mm, namun pada trainer kit karena sudah disatukan dengan tempat letaknya dengan tebal 3 mm maka ketika disentuh hanya terdeteksi 2mm.

D. Perhitungan Kecepatan

Hasil pengukuran kecepatan pelontaran kubus pada *trainer kit* diperoleh dari nilai pengukuran sensor jarak dibagi dengan nilai pengukuran waktu pada *stopwatch*. Hasil pembacaan nilai kecepatan yang ditampilkan pada LCD akan dibandingkan dengan aplikasi Visual Basic atau VB 6.0 yang berfungsi sebagai kalkulator. Nilai masukan jarak dan masukan waktu pada VB 6.0 diisi atau diketik sesuai dengan hasil yang diperoleh dari pembacaan alat ukur jarak dan waktu pada *trainer kit*. Kemudian tekan "*calculate*" untuk mendapatkan hasil kecepatan pada VB 6.0. Tabel 4 merupakan perbandingan hasil data pengukuran kecepatan pada trainer kit dengan nilai perhitungan kecepatan VB 6.0:

Tabel 4. Pengukuran Alat Dan Visual Basic

Material kubus	Trainer Kit			VB 6.0 V (m/s)	Selisih (m/s)	Error (%)	
	S (m)	t (s)	V (m/s)				
KAYU	0,30	0,08	3,72	3,75	0,03	0,80%	
	0,40	0,18	2,23	2,22	0,01	0,45%	
	0,50	0,26	1,90	1,92	0,02	1,04%	
	0,60	0,14	4,25	4,28	0,03	0,70%	
	0,70	0,30	2,35	2,33	0,02	0,85%	
	0,80	0,11	7,27	7,27	0	0%	
	0,90	0,34	2,69	2,64	0,05	1,89%	
	1,00	0,28	3,55	3,57	0,02	0,56%	
	PLASTIK	0,30	0,17	1,77	1,76	0,01	0,56%
0,40		0,18	2,25	2,22	0,03	1,35%	
0,50		0,14	3,55	3,57	0,02	0,56%	
0,60		0,14	4,29	4,28	0,01	0,23%	
0,70		0,11	6,30	6,36	0,06	0,94%	
0,80		0,17	4,69	4,70	0,01	0,21%	
0,90		0,23	3,93	3,91	0,02	0,51%	
ALUMINIUM		0,30	0,14	2,15	2,14	0,01	0,46%
		0,40	0,22	1,82	1,81	0,01	0,55%
	0,50	0,17	2,96	2,94	0,02	0,68%	
	0,60	0,22	2,74	2,72	0,02	0,73%	
	0,70	0,14	5,01	5	0,01	0,2%	
	0,80	0,17	4,72	4,70	0,02	0,42%	
	0,90	0,23	3,92	3,91	0,01	0,25%	
	1,00	0,17	5,88	5,88	0	0%	
TEMBAGA	0,30	0,24	1,23	1,25	0,02	1,6%	
	0,40	0,22	1,83	1,81	0,02	1,10%	
	0,50	0,18	2,82	2,77	0,05	1,80%	
	0,60	0,14	4,29	4,28	0,01	0,23%	
	0,70	0,20	3,42	3,5	0,08	2,28%	
	0,80	0,14	5,74	5,71	0,03	0,52%	
	0,90	0,21	4,37	4,28	0,09	2,10%	
	1,00	0,23	4,38	4,34	0,04	0,92%	
KUNINGAN	0,30	0,17	1,76	1,76	0	0%	
	0,40	0,22	1,84	1,81	0,03	1,65%	
	0,50	0,17	2,94	2,94	0	0%	
	0,60	0,26	2,31	2,30	0,01	0,43%	
	0,70	0,23	3,06	3,04	0,02	0,65%	
	0,80	0,36	2,24	2,22	0,02	0,90%	
	0,90	0,20	4,54	4,5	0,04	0,88%	
	1,00	0,21	4,85	4,76	0,09	1,89%	
BAJA	0,30	0,30	1,02	1	0,02	2%	
	0,40	0,14	2,82	2,85	0,03	1,05%	
	0,50	0,14	3,57	3,57	0	0%	
	0,60	0,22	2,75	2,72	0,03	1,10%	
	0,70	0,17	4,14	4,11	0,03	0,72%	
	0,80	0,17	4,72	4,70	0,02	0,42%	
	0,90	0,21	4,36	4,28	0,08	1,86%	
	1,00	0,21	4,86	4,76	0,1	2,10%	

$$\%Error = \frac{x - y}{y} \times 100\%$$

x = Pengukuran oleh Trainer kit
y = Perhitungan Visual Basic



Gambar 6. Tampilan Perhitungan Kecepatan

Nilai kecepatan pada trainer kit secara otomatis akan terlihat pada LCD ketika menyentuh sensor sentuh stop stopwatch. Dari hasil perhitungan yang dilakukan pada

software VB 6.0 diatas dapat dibandingkan dengan pengukuran pada trainer kit dengan selisih yang diperoleh untuk mengetahui keakuratan dari trainer kit. Dimana pada material kubus kayu memiliki selisih sebesar 0,05 m/s, pada kubus plastik memiliki selisih 0,06 m/s, material kubus aluminium memiliki selisih 0,02 m/s, tembaga dan kuningan memiliki selisih 0,09 m/s, dan baja memiliki selisih 0,1 m/s. Pengamatan dapat dilihat pada gambar 6.

E. Perhitungan Gaya dan Tekanan

Nilai gaya diperoleh dari hasil perkalian massa dengan percepatan, dimana nilai percepatan merupakan hasil pembagian kecepatan dengan waktu yang sudah diketahui pada trainer kit dan perhitungan visual basic. Nilai tekanan diperoleh dari pembagian gaya terhadap luas bidang permukaan kubus. Berikut ini hasil perhitungan gaya dan tekanan menggunakan software Visual Basic 6.0:

Tabel 5. Hasil Perhitungan Daya

Material Kubus	V (m/s)	t (s)	a (m/s ²)	Massa (kg)	F (N)	P (Pa at N/m ²)
Kayu	3,75	0,08	46,87	0,005	0,23	575
Plastik	1,76	0,17	10,32	0,006	0,06	150
Aluminium	2,14	0,14	15,28	0,023	0,35	875
Tembaga	1,25	0,24	5,20	0,058	0,30	750
Kuningan	1,76	0,17	10,35	0,061	0,63	1575
Baja	1	0,30	3,33	0,063	0,20	500

Gambar 7. Tampilan Perhitungan Pada Visual Basic

Tabel 5 merupakan salah satu contoh hasil perhitungan gaya dan tekanan menggunakan visual basic 6.0, yang nilai kecepataannya sudah diketahui pada trainer kit dan juga pada VB 6.0. Dimana nilai kecepatan yang digunakan adalah dengan jarak lintasan 30 cm atau 0,30 m. Sehingga nilai percepatan dapat diperoleh karena nilai v dan t sudah diketahui. Massa kubus yang digunakan berbeda-beda sesuai material kubus itu sendiri. Massa dan percepatan telah diketahui sehingga dapat diperoleh

nilai gaya. Untuk luas bidang tekan permukaan benda kubus dengan ukuran sisinya 2 cm, maka $A = 2 \text{ cm} \times 2 \text{ cm}$ sehingga luas bidang permukaannya menjadi 4 cm^2 atau $0,0004 \text{ m}^2$. Nilai gaya dan luas bidang telah diketahui maka akan diperoleh nilai tekanan pada kubus tersebut. Tekanan dipengaruhi oleh gaya tekan dan luas bidang tekan. Semakin besar gaya tekan semakin besar pula tekanan. Semakin besar luas bidang tekan maka semakin kecil tekanan, sedangkan semakin kecil luas bidang tekan maka tekanan akan lebih besar.

V. KESIMPULAN

Dari hasil percobaan dan pengukuran *trainer kit*, maka dapat disimpulkan beberapa hal berikut:

1. *Trainer kit* dapat digunakan sebagai media pembelajaran (praktikum) Termodinamika. Dengan dimensi material uji $2 \times 2 \times 2 \text{ cm}^3$. Dengan berat material uji sampai 63 gram. Kecepatan maksimal pada material kayu sebesar 7m/s.
2. *Load cell* dapat berfungsi dengan baik. Hasil pengukuran massa kubus pada trainer kit kurang lebih selisihnya 1 gram dari pengukuran timbangan buah. Tingkat kesalahan pengukurannya sebesar 6,66%.
3. Sensor ultrasonik dapat mengukur jarak sejauh 70 cm atau 0,70 m sesuai pengukuran meteran, dan selisih 1 cm pada jarak 80-100 cm dengan tingkat kesalahannya sebesar 1,25%.
4. Pengukuran *stopwatch* pada trainer kit dengan *stopwatch* pada HP memiliki selisih 0,02 detik dengan tingkat kesalahannya sebesar 1,40%. Sensor TTP223 berfungsi dengan baik dan dapat mendeteksi jangkauan sentuh setinggi 2 mm.
5. Hasil pengukuran kecepatan pada *trainer kit* memiliki selisih terbesar 0,1 m/s dengan perhitungan Visual Basic pada kubus baja, dengan tingkat kesalahannya sebesar 2,10%.
6. Nilai kecepatan, percepatan, gaya dan tekanan dapat terhitung dengan baik oleh visual basic 6.0.

Pengakuan

Terima kasih kepada Politeknik Negeri Batam yang telah mendanai penelitian ini.

REFERENSI

- [1]. Huzaini, Y. N., Yusro, A. C., & Purwandari, P. Pengembangan Trainer KIT Kontrol Motor Listrik Berbasis Kontaktor untuk Meningkatkan Hasil Belajar Mahasiswa. JUPITER (JURNAL PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO), 2019, 4(2), 30-34.

- [2]. Warnana, Dwa Desa. "Kesetimbangan Termal dan Hukum ke Nol Termodinamika."
- [3]. Gordon, J. Van Wylen dan Ricard E. Sontag, *Fundamental Of Clasical Thermodynamics*, John Wiley and sons, Canada, 1973
- [4]. Fitriyah, Qoriatul. "APLIKASI HUKUM BERNOULLI PADA ALAT PERAGA FLOW METER UNTUK PRAKTIKUM MEKANIKA FLUIDA." In *Prosiding Seminar Nasional NCIET*, vol. 1, no. 1, pp. 277-285. 2020.
- [5]. Rahmatullah, Rizky. "Rancang Bangun Sistem Sortir Produk Kemasan Berdasarkan Berat Berbasis PLC.", Fakultas Vokasi, Universitas Airlangga, Surabaya (2016).
- [6]. Sadiati, Desi. "Upaya Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Melalui Pembelajaran Kooperatif Investigasi Kelompok Pada Pokok Bahasan Gaya dan Percepatan kelas VII-B SMP Negeri 2 Bukateja Tahun Ajaran 2005/2006." PhD diss., Universitas Negeri Semarang, 2006.
- [7]. Wariyono, S & Muharomah, Y. 2009. *Mari Belajar Ilmu Alam Sekitar untuk Kelas VIII SMP/MTs*. Jakarta: Pusat Perbukuan Kementerian Pendidikan Nasional.
- [8]. Utami, Dwi Putri. "Kotak Sampah Mobile Menggunakan Perintah Suara Dengan Laporan Melalui Short Message Service (Software)." PhD diss., Politeknik Negeri Sriwijaya, 2015.
- [9]. Setyawan, Agung. *Rancang Bangun Purwarupa Sistem Home Automation Berbasis Internet Of Things (Studi Kasus Di Hotel Bukit Juanda)*. Diss. Universitas Komputer Indonesia, 2017.
- [10]. Pratama, R. P. PENGENDALI LAMPU RUMAH BERBASIS ESP8266 DENGAN PROTOKOL MQTT. *TESLA: Jurnal Teknik Elektro*, 22(1). (2020).
- [11]. Sulistiowaty, N., & Muntini, M. S. Karakterisasi dan Kalibrasi Akuisisi Data pada Sensor Massa dengan Menggunakan ADC 16 Bit. In *Jurnal Seminar Nasional Pasasarjana XI IT*.(2011).
- [12]. Suhendra, I., & Pambudi, W. S. Aplikasi load cell untuk otomasi pada depot air minum isi ulang. *Jurnal Sains dan Informatika*, (2015). 1(1), 11-19.
- [13]. WAHYUDI, W., RAHMAN, A., & NAWAWI, M. Perbandingan nilai ukur sensor load cell pada alat penyortir buah otomatis terhadap timbangan manual. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, (2017). 5(2), 207.
- [14]. Henriques, P.P.D.J.C., Agung, I.P.R. and Jasa, L., Rancang Bangun Sensor Jarak sebagai Alat Bantu Memarkir Mobil berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 17(1), pp.72-79.
- [15]. Musthofa, F., & Winarno, H. Sistem Deselerasi Kecepatan Otomatis pada Mobil Berdasarkan Jarak Menggunakan Sensor Ultrasonik Hc-sr04 Berbasis Arduino Mega 2560. *Gema Teknologi*, 18(3), 110-116.
- [16]. MAULANA, ZAQI AZKA ARMANDA. "SIMULASI SISTEM INFORMASI TEMPAT PARKIR BERBASIS WEB."
- [17]. RIYADI, FEBRI NUR. "PERANCANGAN PENDETEKSI BANJIR MENGGUNAKAN SENSOR WATER LEVEL BERBASIS PLC SCHNEIDER TM221CE16R DAN SMS GATEWAY." PhD diss., undip, 2018. 31
- [18]. DEDE, M. YUSUF. "Alat Pendeteksi Kadar Keasaman Sari Buah, Soft Drink, Dan Susu Cair Menggunakan Sensor Ph Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno Atmega328." PhD diss., Politeknik Negeri Sriwijaya, 2016.
- [19]. Akbar, R. I. N., & Dahlan, A. Pembuatan Sistem Informasi Penjualan Pada Ade Jaya Ponsel Dengan Menggunakan Visual Basic. *Data Manajemen dan Teknologi Informasi (DASI)*, (2013), 14(4), 39.