

RANCANG BANGUN SISTEM AKUISISI DATA UNTUK PENENTUAN KOEFISIEN GESEKAN BENDA PADA BIDANG MIRING SECARA DIGITAL BERBASIS MIKROKONTROLER

Heni Hendaryati¹, Budiono^{*2}, Arie Cahyo Utomo³

Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Malang

Kontak Person:

Budiono

Universitas Muhammadiyah Malang

E-mail: budionoft@umm.ac.id

Abstrak

Pembelajaran fisika teknik pada jurusan teknik mesin memerlukan alat percobaan untuk mendukung pemahaman mahasiswa terhadap mata kuliah ini. Alat ini termasuk dalam kelompok laboratorium ilmu dasar mesin. Namun, produk ini hanya dibuat oleh perusahaan asing dan tentunya berharga mahal. Pada penelitian ini, dirancang alat praktikum bidang miring berbasis mikrokontroler namun berbiaya rendah. Hasil dari penelitian tahap awal ini berupa prototipe alat percobaan menentukan koefisien gesekan dengan bidang miring yang terhubung dengan komputer melalui serangkaian komponen elektronika. Komponen utamanya adalah bidang miring sebagai mekanik, sedangkan komponen data akuisisi terdiri dari sensor ultrasonik, mikrokontroler dan sebuah komputer. Sensor ultrasonik mengukur jarak massa yang bergerak terhadap sensor dengan menggunakan prinsip pantulan gelombang suara. Kemudian mikrokontroler memproses data dan mengubahnya ke dalam bentuk data digital. Data digital berupa kecepatan gerak massa ini kemudian ditransmisikan melalui jalur serial ke komputer untuk keperluan tampilan data berupa angka dan grafik. Perancangan dimulai dengan pembuatan daftar persyaratan dari alat yang selanjutnya digunakan untuk membuat pernyataan masalah. Alat dimaksudkan untuk praktikum fisika dasar yang dioperasikan oleh dua orang mahasiswa. Hasil analisis data yang diperoleh menunjukkan kelinearitas 99%. Hasil ini dianggap baik.

Kata kunci: Bandul Sederhana, Periode, Akuisisi Data

1. Pendahuluan

Salah satu peralatan laboratorium fisika dasar adalah bidang miring. Alat percobaan ini dimaksudkan untuk mempermudah mahasiswa dalam memahami topik pengukuran koefisien gesek antar 2 benda dalam mata kuliah fisika teknik.

Masalah yang dihadapi institusi pendidikan teknik mesin adalah sulitnya menemui alat percobaan bidang miring berbasis akuisisi data di pasaran, sehingga untuk mengukur besarnya koefisien gesek antar dua benda yang bergerak dengan menggunakan bidang miring yang terjadi diukur dengan waktu yang diperlukan untuk menempuh jarak tertentu dengan *stopwatch*. Hasil percobaan ini kurang bisa dipertanggungjawabkan karena faktor kesalahan manusia. Agar kesalahan tersebut dapat diperkecil maka diperlukan peralatan yang dapat bekerja secara otomatis. Walaupun ada, produk yang dijual pada umumnya masih manual dan jika semi otomatis buatan luar negeri dengan berharga cukup mahal.

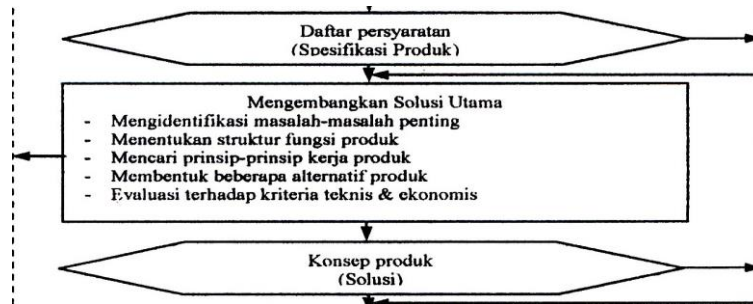
Contoh produk luar yang dijual dipasaran lokal adalah TM 155 *Free and Forced Vibration Apparatus* buatan GUNT Hamburg, Jerman [1]. Dengan demikian, rancang bangun peralatan laboratorium ini dapat dikategorikan sebagai substitusi produk *import*.

Pada umumnya, alat percobaan bidang miring ini masih menggunakan pengaturan maupun pembacaan ukuran secara manual. Dalam kegiatan ini, akan dirancang bangun komponen mekanik sebuah alat percobaan bandul sederhana yang bersifat gabungan antara manual dan menggunakan sistem akuisisi data. Tujuan utama dari kegiatan awal ini adalah memperoleh paket teknologi akuisisi data untuk alat percobaan bandul sederhana. Sedangkan alat percobaan bandul sederhana yang dihasilkan masih berupa prototipe dan bukan merupakan produk final.

2. Metode Perancangan

Metode perancangan, mengacu pada metode perancangan sistematis Pahl dan Beitz [2]. Dalam kegiatan ini hanya diambil bagian tahap perancangan konseptual dari prosedur tersebut. Bagian ini dapat dilihat pada Gambar 1.

Perancangan dimulai dengan membuat daftar persyaratan atau menentukan spesifikasi produk. Hal ini diperoleh dari kegiatan studi kelayakan yang tidak dijelaskan disini. Daftar persyaratan ini dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 1 Perancangan konseptual Pahl dan Beitz

Tabel 1 Daftar Persyaratan

No	Uraian Persyaratan	Sifat
1	Alat dapat terhubung ke komputer dan dapat mengukur waktu secara terus menerus dan real time	W
2	Alat dapat dioperasikan oleh 2 orang	S
3	Ukuran alat tidak terlalu besar/kompak	W
4	Komponen elektronik untuk akuisisi data tidak mahal	W
5	Tampilan data yang dihasilkan berupa angka dan grafik secara simultan	S
6	Komponen elektronik diberi kotak khusus yang terlindung	S
7	Alat dapat diuji di lapangan	W
8	Mudah dioperasikan	S
9	Mudah dalam bongkar pasang	S
10	Komponen alat diusahakan tersedia di pasar lokal atau e-commerce	S

Persyaratan dibuat berdasarkan kebutuhan *customer* yang dapat bersifat wajib (W) atau disarankan untuk dipenuhi (S). Dari keterangan tersebut maka dapat disimpulkan bahwa persyaratan yang dibuat merupakan *guidance*/panduan bagi perancang untuk merancang alat.

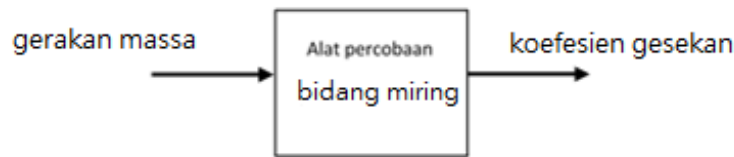
2.1 Identifikasi Masalah

Pada tahap ini, tujuannya adalah menajamkan permasalahan yang ada pada spesifikasi desain yang ada pada Tabel 1. Adapun tahapannya sebagai berikut:

1. Data kuantitatif, dengan menghilangkan kesukaan/kesenangan pribadi dan menghilangkan persyaratan yang tidak berkaitan langsung dengan fungsi dan batasan-batasan penting. Dari kriteria ini diperoleh hasil sebagai berikut,
 - o Penggunaan Bidang miring
 - o Penggunaan kotak khusus untuk komponen elektronik
 - o Penggunaan mikrokontroler berharga murah
 - o Alat beroperasi secara *real time* dan dapat disimpan langsung pada komputer (akuisisi data *real time*).
2. Mengubah data kuantitatif menjadi data kualitatif dan menyatakannya menjadi kalimat yang sederhana yang mewakili. Dari kriteria ini diperoleh hasil sebagai berikut,
 - o Alat kompak dan terhubung ke komputer
 - o Hasil analisis dapat ditampilkan berupa angka dan grafik
 - o Alat dapat mengukur waktu dan jarak secara *real time*
3. Langkah terakhir adalah merumuskan masalah. Hasil yang diperoleh dapat dinyatakan bahwa Rancang bangun alat percobaan bidang miring yang kompak dan data eksperimen dapat diambil secara *real time* ke komputer.

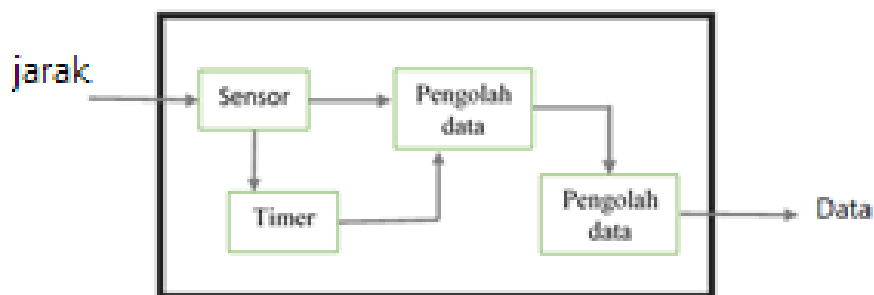
2.2 Menentukan Struktur Fungsi

Dari formulasi masalah dapat digambarkan suatu struktur fungsi berupa fungsi keseluruhan (*overall function*) dan sub-fungsi/fungsi utama. Yang didasarkan pada aliran energi, material atau sinyal dengan menggunakan diagram blok.



Gambar 2 Diagram blok fungsi keseluruhan

Gambar 2 menjelaskan aliran fungsi energi pada alat percobaan bidang miring, dimana input energi potensial ke sistem, diubah menjadi energi gerak. Pada sistem Alat percobaan bidang miring, terdapat beberapa sub-fungsi aliran energi dan aliran sinyal. Energi potensial masuk ke sistem diubah menjadi energi mekanik berupa gerakan massa. Dengan demikian, sensor ultrasonic secara terus menerus akan membaca kecepatan gerakan massa. Data kecepatan setiap saat ini kemudian diolah di mikrokontroler. Hal ini akan menghasilkan prinsip kerja alat percobaan bidang miring dan digambarkan sebagai diagram blok fungsi (Gambar 3).



Gambar 3 Aliran energi dan sinyal pada diagram blok fungsi

2.3 Prinsip Kerja

Energi potensial sebagai masukan, diubah menjadi gerakan massa [3,4]. Dari gerakan massa akan diukur jarak terhadap sensor oleh sensor ultrasonik secara terus-menerus. Data jarak ini kemudian diubah menjadi data kecepatan oleh mikrokontroler yang akan dikirim ke komputer. Data pada komputer akan dianalisis menjadi konstanta koefisien gesekan antara bidang miring dengan massa yang bergerak.

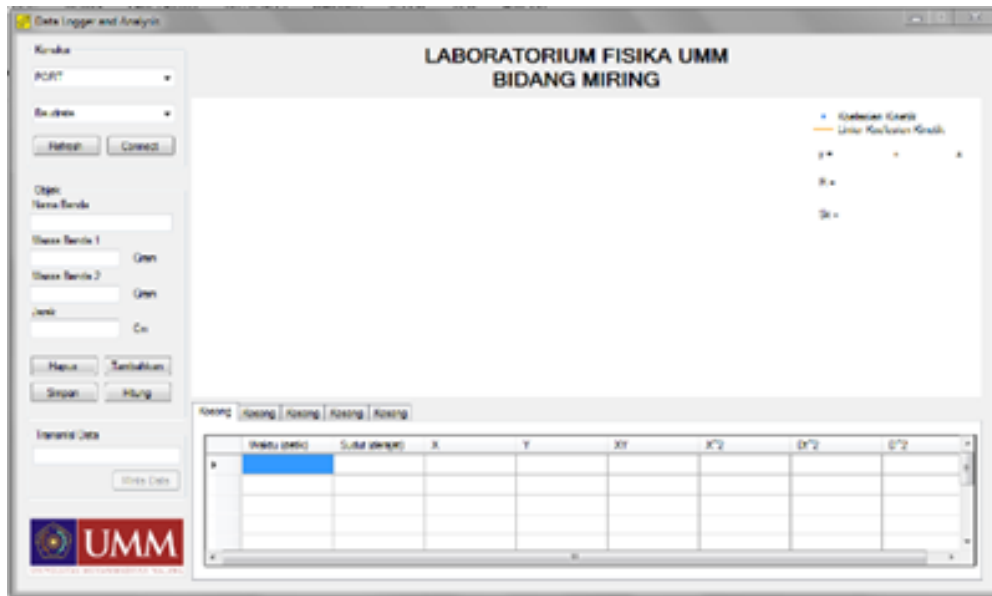
2.4 Solusi Prinsip/ Konsep Produk

Setelah diagram blok fungsi diperoleh, langkah berikutnya adalah membuat kombinasi dan susunan konsep. Pada langkah ini dibuat pilihan-pilihan pada setiap sub-fungsi yang ada pada diagram blok seperti pada Gambar 3. Hasilnya berupa solusi prinsip atau konsep produk seperti terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Prototipe alat menghitung koefisien gesek

Sedangkan perangkat lunak yang digunakan untuk menganalisis dan mengambil data secara *real time* adalah menggunakan Bahasa pemrograman C# dengan tampilan hasil aplikasi pada Gambar 5.



Gambar 5 Tampilan data akuisisi

3. Hasil dan Pembahasan

Pengujian yang dilakukan untuk mengukur koefisien gesekan antara bidang miring dengan beberapa massa dan metode pengukuran dinamik. Pengukuran dinamik dengan variabel bebas digunakan sudut kemiringan (θ). Proses pengujian dilakukan seperti terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Pengujian pengukuran koefisien gesek

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan Persamaan 1, dimana W_2 adalah berat benda yang digantung dengan satuan Newton (N), W_1 adalah berat benda yang diletakkan diatas lintasan bidang miring dengan satuan Newton (N), sudut dari lintasan terhadap sumbu datar disimbolkan θ dengan satuan derajat. Untuk masa benda 1 disimbolkan m_1 dengan satuan Kg.

$$\mu_k = \frac{W_2 - \left(W_1 \sin \theta + m_1 \frac{2s}{t^2} \right)}{W_1 \cos \theta} \quad (1)$$

Untuk menentukan nilai μ_k (koefisien gesek kinetik) digunakan metode regresi linear dengan menentukan sumbu-Y adalah $W_2 - \left(W_1 \sin \theta + m_1 \frac{2s}{t^2} \right)$ dan sumbu-X adalah $W_1 \cos \theta$ [4], sehingga pada diperoleh hasil pengujian seperti Gambar 7 dan Tabel 2.

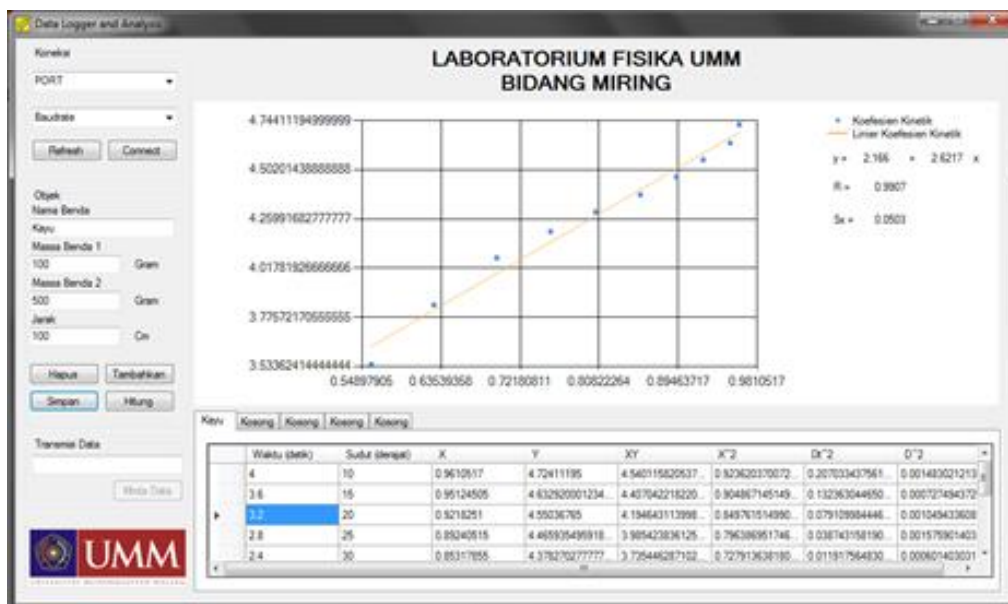
Tabel 2 Hasil uji coba menghitung koefisien gesek kinetik

No	Waktu (t) detik	Sudut (θ) derajat
1	4	10
2	3.6	15
3	3.2	20
4	2.8	25
5	2.4	30
6	2	35
7	1.6	40
8	1.2	45
9	0.8	50
10	0.6	55

Tabel 3 Perhitungan nilai regresi linier

X	Y	XY	X ²	Dt ²	D ²
48.052.585	204.592.975	9.831.221.322	2.309.050.925	5.175.835.939	0.03707553
475.622.525	1.589.970.006	756.225.549	2.262.167.863	3.309.076.116	0.018187359
46.091.255	117.720.825	5.425.900.564	2.124.403.787	1.977.749.611	0.02623584
446.202.575	0.75504748	3.369.041.296	1.990.967.379	0.968578955	0.039397535
426.589.275	0.316721389	1.351.099.477	1.819.784.095	0.297939121	0.015035076
40.207.265	-0.10290025	-0.413733762	1.616.624.159	0.015930569	0.010101562
377.556.025	-0.586758	-2.215.340.181	142.548.552	0.127907364	0.067285531

Dari hasil perhitungan pada Tabel 3 maka di dapatkan nilai gravitasi sebesar 2.6217 dengan nilai standar deviasi 0.990 atau dalam presentasi sebesar 99%.

**Gambar 7** Tampilan hasil analisa

4. Kesimpulan

Dari hasil-hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa telah berhasil dirancang alat percobaan bidang miring berbasis akuisisi data dengan ketelitian dan presisi yang baik dengan nilai standar deviasi 99%.

Referensi

- [1] Gunt Hamburg Support, "*TM 155 Free and forced vibrations*", Germany: Gunt Humberg Inc, 2018.
- [2] Pahl G. and Beitz W., "*Engineering Design: A Systematic Approach*", 2nd edition, Springer-Verlag 1996.
- [3] Gene C. Weitz, "*Coefficient Of Friction Measurement Between Cable Andconduit Surfaces Under Varying Normal Loads*", IEEE Transaction on Power Apparatus and Systems, Vol. 104, No. 1, 1985.
- [4] Jin-zhu Zhou, Jin Huang, Jing Zhou and Hua-ping Li, "*Friction Modelling Based on Support Vector Regression Machines and Genetic Algorithms*", China: Proceedings of the 2008 IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics, 2008.