

KESALAHAN PENGGUNAAN “METODE REGRESI LINEAR” DALAM ANALISA DATA EKSPERIMEN FISIKA

Oleh : Sunarta

Jurusan Fisika FMIPA UGM

Intisari

Sering didapati kesalahan dalam analisa eksperimen dengan metode regresi linear. Hal ini karena menganggap semua data pengamatan memenuhi kriteria linear tanpa mengecek terlebih dahulu secara plot grafik. Akhirnya diperoleh hasil analisa yang menyimpang jauh dengan harapan, bahkan cenderung salah.

Pada tulisan ini dipaparkan secara cermat bagaimana menggunakan metode regresi linear untuk analisa data eksperimen secara benar, sehingga dapat diperoleh hasil analisa sesuai dengan teori yang diharapkan.

Disampaikan juga contoh kasus sederhana dalam analisa data, untuk menunjukkan kesalahan dalam regresi data yang dihasilkan dari pengamatan.

I. LATAR BELAKANG MAKALAH

Metode regresi linear sering digunakan dalam analisa data hasil eksperimen dalam segala kasus, bahkan apabila fenomena yang muncul tidak linear maka dalam analisa data dilinearakan dahulu kemudian dianalisa dengan metode linear.

Sering didapati, bahkan banyak para penganalisa data yang menggunakan metode ini masih kurang cermat (“ceroboh”) bahkan cenderung salah dalam mengolah data eksperimen. Hal ini terjadi karena data (semua data) langsung dianalisa dengan metode tersebut tanpa mengecek terlebih dahulu apakah data – data tersebut memenuhi kriteria linear sesuai teori yang diharapkan.

Kesalahan diatas menjadi fatal ketika eksperimenter hanya berpegang pada pendekatan teori eksperimen, tidak ada upaya dengan baik waktu melakukan pengambilan data. Padahal teori merupakan suatu pendekatan yang disederhanakan (diidealkan), sedangkan eksperimen merupakan fenomena riil yang lebih kompleks.

Contoh sederhana misalnya pada kasus osilasi bandul matematis, sebagai dasar teori diberikan persamaan pendekatan :

$$T^2 = \left(\frac{4\pi^2}{g} \right) l$$

Secara teori hubungan (T^2) fungsi (l) merupakan hubungan yang linear, artinya berapa pun nilai (l) akan memberikan fenomena linear pada nilai (T^2). Padahal bila diamati betul pada eksperimen tidak semua variasi (l) akan memberikan nilai (T^2) yang memberikan hubungan linear.

Kasus lain misalnya fenomena fisis yang sederhana pada perubahan panjang pegas bermassa dengan dasar persamaan :

$$\Delta l = \left(\frac{g}{k} \right) m$$

Hal ini juga berapapun nilai (m) dipasang pada sistem pegas, akan memberikan perubahan panjang (Δl) yang memberikan hubungan yang linear. Akhirnya yang biasa dilakukan para penganalisa data, pasangan data (m ; Δl) langsung dianalisa menggunakan metode regresi (untuk semua data). Padahal dalam pengamatan eksperimen tidak semua nilai (m) akan memberikan fenomena linear pada (Δl).

Hal – hal serupa sering dijumpai dalam berbagai kasus pengolahan data eksperimen. **“HAMPIR DAPAT DIKATAKAN, PARA PENGANALISA DATA YANG MENGGUNAKAN METODE REGRESI LINEAR MELAKUKAN KECEROBOHAN”.**

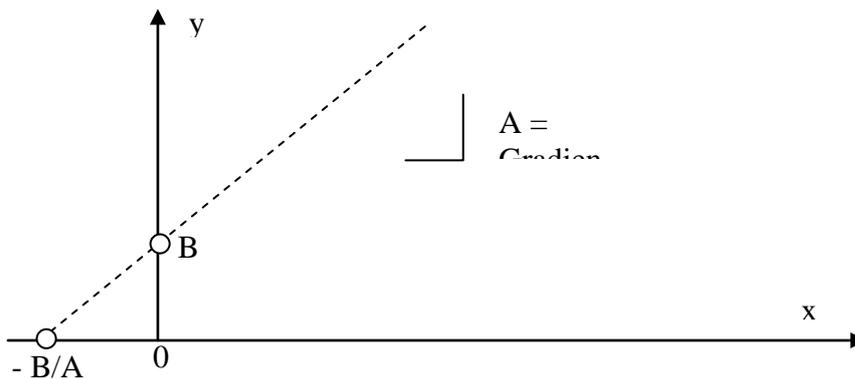
Untuk itu penulis tertarik untuk menyampaikan tulisan yang membahas persoalan diatas, dengan harapan dapat menjadi pedoman bagi para penganalisa data khususnya dalam menggunakan metode regresi linear dapat mengolah data dengan cermat dan benar. Akhirnya dapat memberikan hasil analisa data yang sesuai dengan teori yang diharapkan.

II. TEORI REGRESI LINEAR

Persamaan regresi linear diturunkan untuk menghitung pasangan data x_i dan y_i yang memenuhi hubungan linear, yaitu :

$$y_i = A x_i + B$$

Dalam penampilan grafik $y = f(x)$ sebagai berikut :



Gradient grafik : (A)

$$A = \frac{N \sum(x_i y_i) - \sum x_i \sum y_i}{N \sum x^2 - (\sum x_i)^2}$$

N = banyaknya data yang dianalisa

Titik potong grafik terhadap sumbu y = (B)

$$B = \frac{N \sum x_i^2 \sum y_i - \sum x_i \sum(x_i y_i)}{N \sum x^2 - (\sum x_i)^2}$$

Titik potong grafik terhadap sumbu x (-B/A)

$$\left(\frac{B}{A}\right) = -\frac{N \sum x_i^2 \sum y_i - \sum x_i \sum(x_i y_i)}{N \sum(x_i y_i) - \sum x_i \sum y_i}$$

Teori regresi linear dapat dipergunakan untuk menentukan garis lurus terbaik dari sebaran data pasangan ($x_i ; y_i$) yang secara eksplisit tidak membatasi, apakah pasangan data tersebut betul – betul membentuk garis lurus atau tidak. Hal ini akan berakibat bahwa pasangan data ($x_i ; y_i$) sembarang dapat dipilih garis lurus nya (artinya teori regresi tetap akan dapat menginformasikan hasil linear). Inilah yang sering menimbulkan kesalahan dalam penggunaan analisa data eksperimen.

Untuk itu perlu kehati-hatian ketika rumus – rumus regresi linear akan digunakan untuk analisa pasangan data hasil eksperimen yang diharapkan akan memberikan hasil linear. (perlu adanya cek! Data melalui plot grafik agar dapat terlihat alur data yang memberikan garis linear)

Dengan kecermatan penganalisa data akhirnya dengan mudah pasangan data ($x_i ; y_i$) mana yang layak untuk diregresikan, sehingga akan memperoleh hasil analisa yang tepat sesuai teori yang diharapkan.

III. STUDI KASUS

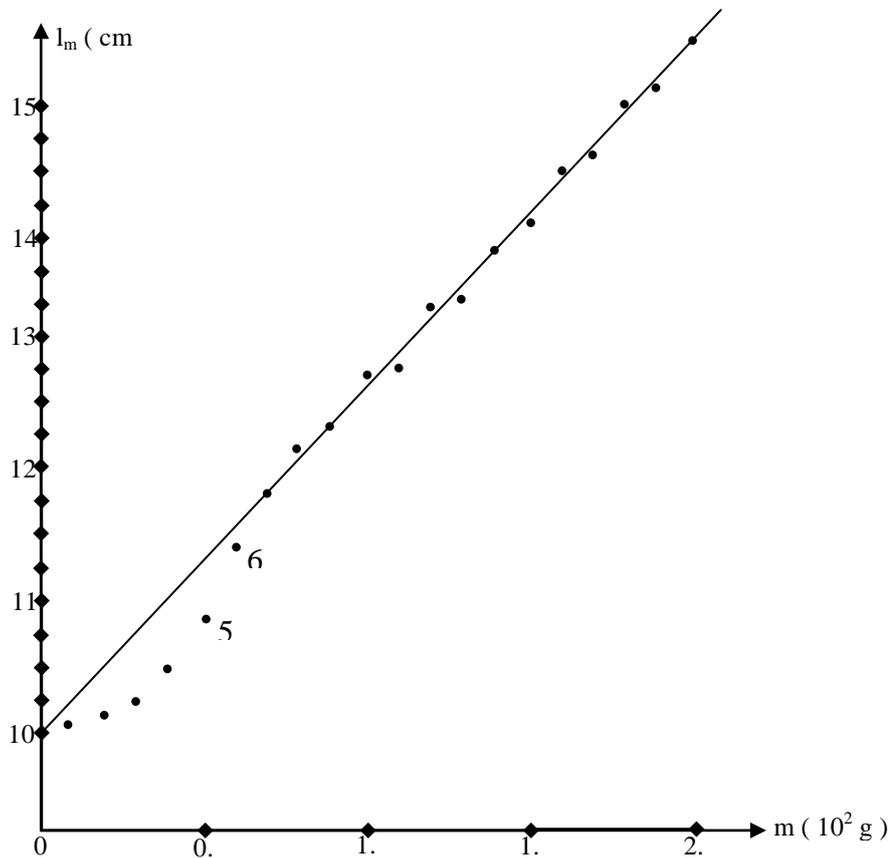
Sebagai salah satu contoh kasus sederhana pada fenomena pegas terbebani massa. Data pengamatan berupa variasi massa beban (m) dan dicatat panjang pegas berbebani tersebut sebagai (l_m) dengan dasar teori :

$$l_m = l_0 + \left(\frac{g}{k}\right)m$$

Data : $l_0 = 10$ cm

N o.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
m(g)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
Δl	0.05	.1	.2	.4	0.75	1.13	1.5	1.8	2.2	2.5	2.8	3.2	3.5	3.8	4.1	4.4	4.7	5.0	5.3	5.6

Grafik :



Bila hanya berpedoman teori dan langsung menganalisa pasangan data (m ; l_m) maka tidak dapat mengetahui alur data linear. Kalau hal ini terus dilakukan dengan data rumus regresi untuk mendapatkan gradient (g/k) dan titik potong (l_0) maka diperoleh :

$$(g/k) = 0,03 \pm 12 \% \text{ cm/g}$$

$$l_0 = 9,5 \text{ cm}$$

Hasil ini menyimpang dari yang diharapkan. Mestinya $l_0 = 10$ cm (sesuai data).

“INILAH ANALISA YANG SALAH”

Dari penampilan grafik terlihat jelas alur linearnya baru dimulai dari data ke-6, sehingga data ke-1 sampai dengan data ke-5 tidak perlu dianalisa dengan regresi linear. Hasil analisa dengan rumus regresi didapat nilai :

$$(g/k) = 0,02 \pm 1 \% \text{ cm/g}$$

$$l_0 = 10 \text{ cm}$$

hasil ini akan sesuai dengan keadaan riil pegas ketika tidak ada beban yaitu $l_0 = 10 \text{ cm}$ (lihat data).

“INILAH ANALISA YANG BENAR”

Dari contoh kasus yang sederhana ini dapat ditemukan bahwa seorang penganalisa data tidak boleh berbuat “ceroboh”, harus cermat menyikapi data pengamatan.

Dalam kasus – kasus lainnya, penulis sering menemui “kecerobohan” para analis data dalam menggunakan teori regresi linear.

IV. PEMBAHASAN

Dalam kasus ini (fenomena pegas) apabila langsung semua data dianalisa dengan rumus regresi akan menghasilkan nilai yang menyimpang bahkan bisa menjadi salah. Karena ternyata untuk massa (m) yang masih kecil, pegas belum berkontraksi secara kompak (masih sebagian). Hal ini akan memberikan nilai tetapan pegas (k) yang belum tetap, seperti ditunjukkan oleh data ke-1, ke-2, ke-3, ke-4 dan ke-5.

Pegas mulai berkontraksi seluruh bagiannya sejak dibebani sekitar 60 g yaitu ditunjukkan mulai data ke-6 dan seterusnya. Artinya nilai tetapan pegas (k) mencapai tetap (konstan). Nilai (k) pegas akan menjadi berubah lagi ketika beban sudah mencapai “overload” yaitu terjadi deformasi bagian – bagian pegas. Data – data pada bagian ini juga akan menyimpang dari alur linear.

Dari pembahasan kasus sederhana ini jelas diperoleh informasi bahwa tidak semua titik data pengamatan bisa dianalisa langsung dengan metode regresi linear, harus dilakukan seleksi data sesuai dengan alur grafik yang diperoleh.

V. KESIMPULAN

1. Analisa data eksperimen dengan metode regresi harus dilakukan cek data lewat plot grafik terlebih dahulu untuk menentukan alur data yang memenuhi linear.
2. Data yang diregresikan adalah yang memenuhi kriteria linearitas saja, sehingga menghasilkan nilai yang sesuai dengan harapan teori.
3. Perlu disadari bahwa pendekatan teori eksperimen tidak sepenuhnya dapat dipenuhi oleh data hasil pengamatan. Hal ini mesti terjadi karena teori suatu pendekatan yang ideal sedangkan eksperimen merupakan realitas dari fenomena yang muncul dengan segala keterbatasan peralatan yang ada.

DAFTAR PUSTAKA

Braddick, H.J.J.1994.*The Physics of Experimental Method*.Chapman & Hall.London

Barford,N.C.1997.*Experomental Measurements, Precision, Error and Truth*.Addison Wesley.Reading

Hudson, G.E.1993.*Trend Analysis of Physical Data*.Am.j.Physics

Beers, Yordley.1997.*Introduction to The Theory of Error*.Addison Weasley.Reading:Mass

John R. Taylor.1991.*An Introduction to Error Analysis*.University Science Books.Mill Valley.California