Panduan Pengolahan Data Fisis

Materi Kuliah

Metode Pengukuran dan Pengolahan Data Fisis

Oleh:

Dr. Bebeh Wahid Nuryadin, M.Si

Hanya untuk di Lingkungan Internal

Jurusan Fisika

UIN Sunan Gunung Djati Bandung

2020

Akurasi, Presisi, dan Kesalahan Eksperimen

Komunikasi data adalah aspek penting dari setiap percobaan. Kamu harus berusaha untuk menganalisis dan menyajikan data yang setepat mungkin. Ingatlah selalu bahwa di laboratorium, baik alat ukur maupun alat ukur prosedur selalu sempurna. Setiap percobaan dapat mengalami kesalahan eksperimental. Laporan data harus menggambarkan kesalahan eksperimental untuk semua nilai yang diukur.

Kesalahan eksperimental memengaruhi keakuratan dan ketepatan data. Ketepatan menjelaskan seberapa dekat pengukuran dengan nilai yang diketahui atau diterima. Seharusnya, misalnya, massa sampel diketahui 5,85 gram. Pengukuran 5,81 gram akan lebih akurat daripada pengukuran 6,05 gram. Presisi menggambarkan seberapa dekat beberapa pengukuran satu sama lain. Itu nilai yang diukur lebih dekat adalah satu sama lain, semakin tinggi presisi mereka.

Pengukuran bisa tepat bahkan jika mereka tidak akurat. Pertimbangkan lagi sampel dengan massa yang diketahui 5,85 gram. Misalkan masing-masing beberapa siswa mengukur massa sampel, dan semua pengukuran mendekati 8,5 gram. Pengukurannya tepat karena dekat satu sama lain, tetapi tidak ada pengukurannya akurat karena semuanya jauh dari massa yang diketahui contoh.

Kesalahan sistematis adalah kesalahan yang terjadi setiap kali Anda membuat suatu kesalahan pengukuran. Contohnya termasuk kesalahan karena kalibrasi instrumen dan kesalahan karena prosedur atau asumsi yang salah. Jenis kesalahan ini melakukan pengukuran baik lebih tinggi atau lebih rendah dari yang seharusnya jika ada tidak ada kesalahan sistematis. Contoh kesalahan sistematis dapat terjadi saat menggunakan keseimbangan yang tidak dikalibrasi dengan benar. Setiap pengukuran yang Anda lakukan menggunakan alat ini akan salah. Pengukuran tidak dapat akurat jika ada kesalahan sistematis.

Kesalahan acak adalah kesalahan yang tidak dapat diprediksi. Mereka termasuk kesalahan penilaian dalam membaca meter atau skala dan kesalahan karena berfluktuasi kondisi eksperimental. Misalkan, misalnya, Anda membuat suhu pengukuran di ruang kelas selama beberapa hari. Variasi besar dalam suhu ruang kelas dapat menghasilkan kesalahan acak saat mengukur perubahan suhu eksperimental. Jika kesalahan acak dalam percobaan adalah kecil, percobaan dikatakan tepat.

Digit Signifikan

Data yang Anda rekam selama percobaan harus mencakup hanya digit signifikan. Digit signifikan adalah digit yang bermakna dalam suatu pengukuran atau perhitungan. Mereka juga disebut tokoh penting. Perangkat pengukuran Anda menggunakan menentukan jumlah digit signifikan yang harus Anda catat. Jika kamu menggunakan perangkat digital, catat nilai pengukuran persis seperti yang ditunjukkan pada layar. Jika Anda harus membaca hasil dari skala yang diperintah, nilai itu Anda catatan harus mencakup setiap digit yang pasti dan satu digit yang tidak pasti.

Gambar 1 misalnya, menunjukkan pengukuran yang sama dengan dua timbangan yang berbeda. Di sebelah kiri, angka 8 dan angka 4 adalah angka pasti karena ditunjukkan oleh tanda pada skala. Digit 2 adalah angka perkiraan, jadi itu adalah digit yang tidak pasti. Pengukuran ini memiliki tiga digit signifikan, 8,42. Skala di sebelah kanan sudah dibatasi pada angka 8 dan 9. Angka 8 pasti, tetapi Anda harus memperkirakan angka 4, jadi itulah digit yang tidak pasti. Pengukuran ini adalah 8,4 sentimeter. Meskipun itu adalah sama dengan pengukuran di sebelah kiri, hanya memiliki dua digit signifikan karena tanda-tanda lebih jauh terpisah.

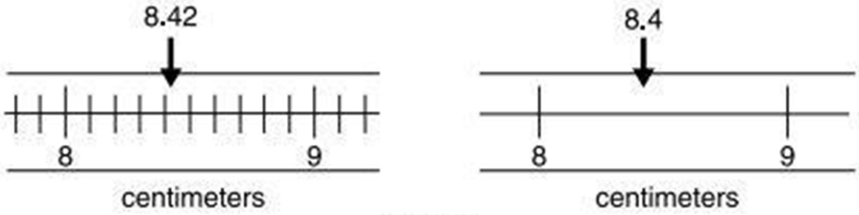


Figure 1

Ketidakpastian dalam pengukuran harus selalu dibulatkan menjadi angka berarti. Ketika pengukuran dilakukan dengan perangkat yang memiliki skala yang diatur, ketidakpastiannya adalah setengah nilai ketepatan skala. Penanda menunjukkan kepresisian. Skala di sebelah kiri memiliki tanda setiap 0,1 sentimeter, jadi ketidakpastian adalah setengahnya, yaitu 0,05 sentimeter (cm). Cara yang benar untuk memyebutkan pengukuran ini adalah 8,43 dengan toleransi 0,5 cm. Skala di sebelah kanan memiliki tanda setiap 1 sentimeter, jadi ketidakpastiannya adalah 0,5 sentimeter. Cara yang benar untuk menyebut pengukuran ini adalah 8,4 dengan toleransi 0,5 cm.

Tabel berikut menjelaskan aturan yang harus Anda ikuti dalam menentukan mana digit dalam angka adalah signifikan:

Peraturan	Contoh
Digit bukan nol selalu signifikan.	4.735 km punya empat digit signifikan. 573,274 in. punya enam digit signifikan.
Nol sebelum angka lainnya tidak signifikan.	0,38 m punya dua digit signifikan. 0,002 in. punya satu digit signifikan.
Angka nol di antara angka-angka lainnya adalah signifikan.	42,907 km punya lima digit signifikan. 0,00706 in. punya tiga digit signifikan. 8.005 km punya empat digit signifikan.

Nol di sebelah kanan semua digit lainnya signifikan jika mereka ke kanan titik desimal.	975,3810 cm punya tujuh digit signifikan. 471,0 m punya empat digit signifikan.
Tidak mungkin untuk menentukan apakah nol di sebelah kanan semua digit lainnya adalah signifikan jika angka tersebut tidak memiliki titik desimal.	8.700 km punya setidaknya dua digit signifikan, tetapi angka pastinya tidak diketahui. 20 in. punya setidaknya satu digit signifikan, tetapi angka pastinya tidak diketahui.
Jika angka ditulis dengan desimal titik, nol di sebelah kanan semua lainnya jumlahnya signifikan.	620,0 km punya empat digit signifikan. 5.100,4 km punya lima digit signifikan. 670 in. punya tiga digit signifikan.
Semua digit ditulis secara ilmiah notasi itu penting.	6,02 x 10^4 cm punya tiga digit signifikan.

Menganalisis Data

Menganalisis data dapat melibatkan perhitungan, seperti membagi massa dengan volume untuk menentukan kepadatan atau mengurangi massa wadah untuk menentukan massa suatu zat. Menggunakan aturan yang benar untuk angka signifikan selama ini perhitungan penting untuk menghindari hasil yang menyesatkan atau salah.

Saat menambahkan atau mengurangi jumlah, hasilnya harus memiliki angka yang sama dari tempat desimal (angka di sebelah kanan desimal) sebagai jumlah terkecil dari tempat desimal di salah satu angka yang anda tambahkan atau kurangi.

Tabel di bawah ini menjelaskan bagaimana hasil yang tepat harus ditulis :

Contoh	Penjelasan
3.7 cm + 4.6083 cm = 8.3 cm	Hasilnya ditulis dengana satu tempat desimalkarena angka 3.7 Hanya memiliki satu tempat desimal
48.3506 m – 6.28 m = 42. 10 m	Hasilnya ditulis dengan dua tempat desimal karena angka 6.28 hanya memiliki dua tempat desimal
(8 km – 4.2 km) + 1.94 km = 6 km	Hasilnya ditulis dengan nol tempat desimal karena angka 8 memiliki nol tempat desimal.

Perhatikan bahwa hasil penambahan dan pengurangan memiliki jumlah yang benar digit signifikan jika Anda mempertimbangkan tempat desimal. Dengan mengalikan dan membagi, hasilnya harus memiliki jumlah digit signifikan yang sama dengan angka dalam perhitungan dengan jumlah digit signifikan terkecil,

Tabel di bawah ini menjelaskan bagaimana hasil yang tepat harus ditulis :

Contoh	Penjelasan
5.246 in. × 2.30 in. = 12.11 in.^{2}	Hasilnya ditulis dengan tiga angka signifikan karena 2.30 memiliki tiga digit signifikan
0.038 cm ÷ 5.273 cm = 0.0072	Hasilnya ditulis dengan dua digit signifikan karena 0.038 memiliki dua digit signifikan

76.34 m × 2.8 m = 2.1 × 10^2 m^2	Hasilnya ditulis dengan dua digit signifikan.[Perhatikan bahwa notasi ilmiah harus digunakan karena menulis hasilnya 210 akan jumlah digit signifikan yang tidak jelas]

Ketika perhitungan melibatkan kombinasi operasi, Anda harus mempertahankannya atau dua digit tambahan pada setiap langkah untuk menghindari kesalahan pembulatan. Di akhir perhitungan, bulatkan ke jumlah digit signifikan yang benar.

Pengecualian untuk aturan ini adalah ketika perhitungan melibatkan angka pastinya, seperti berapa kali bola memantul atau jumlah gelombang yang melewati titik selama interval waktu. Seperti ditunjukkan dalam contoh berikut, jangan anggap tepat angka saat menentukan angka signifikan dalam perhitungan.

Contoh:

Saat melakukan percobaan oil-drop Millikan, anda menemukan bahwa setetes minyak memiliki kelebihan tiga electron. Berapa total isi dari tetesannya?

Muatan total = (nomer elektron) (muatan per elektron)

q = ne = (3 elektron) (1.6 x 10^{-19} C/elektron)

q= 4.8 x 10-19 C

Disaat menentukan jumlah digit signifikan dalam jawaban, kita mengabaikan jumlah elektron karena itu merupakan angka yang tepat.

Rata-rata, Standar Deviasi, dan Standar eror

Anda dapat mendeskripsikan ketidakpastian dalam data dengan menghitung rata-rata dan standar deviasi. Rata-rata dari satu set data adalah jumlah dari semua nilai pengukuran dibagi dengan jumlah pengukuran. Jika data anda adalah sampel dari populasi (kumpulan data yang jauh lebih besar), maka rata-rata yang anda hitung adalah perkiraan rata-rata populasi. Rata-rata, $\bar{x}$, ditentukan menggunakan rumus ini

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + ... + x_n}{n}$$

Dimana x_1, …. , x_n adalah nilai dari pengukuran, dan n adalah jumlah pengukuran.

Standar deviasi adalah ukuran dari bagaimana menyebar nilai data. jika pengukuran Anda memiliki nilai yang sama, maka standar deviasinya kecil. setiap nilai dekat dengan nilai tengah. jika pengukuran Anda memiliki rentang nilai yang luas, maka standar deviasinya tinggi. beberapa nilai mungkin dekat dengan nilai tengah, tetapi yang lain jauh dari itu. jika Anda melakukan sejumlah besar pengukuran, maka sebagian besar pengukuran berada dalam satu standar deviasi di atas atau di bawah rata-rata. lihat 'interval kepercayaan' pada halaman 6 untuk grafik rentang standar deviasi. Karena standar deviasi adalah ukuran ketidakpastian, seharusnya standar menggunakan hanya satu digit signifikan. standar deviasi biasanya diwakili oleh sigma sombol Yunani, untuk data yang berasal dari sampel populasi, dan oleh simbol, s, untuk data yang berasal dari sampel.

Anda menghitung standar deviasi menggunakan rumus.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Saat Anda melakukan beberapa pengukuran kuantitas, standar kesalahan , SE, dari kumpulan data adalah perkiraan ketepatannya. Ini adalah ukuran ketidakpastian data, tetapi mengurangi deviasi standar jika sejumlah besar nilai data menghitung kesalahan standar menggunakan rumus ini:

$$SE = \frac{S}{n}$$

Contoh: Misalkan Anda mengukur nilai berikut untuk suhu suatu zat:

Percobaan	1	2	3	4
Suhu (℃)	20.5	22.0	19.3	23

Rata-rata data tersebut adalah :

$$\bar{x} = \frac{20.5 + 22.0 + 19.3 + 23}{4} = 21.2 \quad ℃$$

Standar deviasi data tersebut adalah :

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{(20.5-21.2)^2 + (22-21.2)^2 + (19.3-21.2)^2 + (23-21.2)^2}{4-1}} = 1.63 \approx 2$$

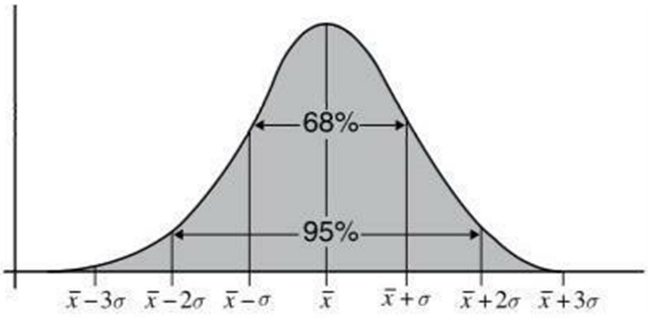
Standar kesalahan (standar error) nya adalah :

$$SE = \frac{S}{\sqrt{n}} = \frac{1.63}{\sqrt{4}} = 0.8$$

Menggunakan standar deviasi, kita dapat menuliskan suhu 21,2 + 2 °C. Karena kita hanya memiliki beberapa nilai data, standar deviasi 2 °C menunjukkan bahwa sebagian besar nilai data mendekati nilai rata-rata. Namun, jika kita mengambil sejumlah besar pengukuran, standar deviasi akan menunjukkan bahwa mayoritas (khususnya, 68%; lihat "Confidence Interval (CI)" di bawah) dari nilai data antara 19,2 °C dan 23,2 °C. Atau, data dapat dilaporkan menggunakan kesalahan standar sebagai 21,2 ± 0,8 °C.

Interval Confidence

Interval confidence adalah rentang nilai dimana nilai sebenarnya memiliki kemungkinan berada. Jika Anda mengukur kuantitas tunggal,seperti massa isotop tertentu,beberapa kali,Anda akan mengharapkan standar deviasi kecil dibandingkan dengan rata-rata,sehinggain terval confidence akan sempit. Interval confidence yang luas dalam hal ini akan menunjukkan kemungkinan kesalahan pada pengukuran Anda. Interval confidence dapat disajikan dengan berbagai cara. Grafik berikut menggambarkan metode yang biasa digunakan dalam fisika:



Metode ini hanya berlaku untuk data yang memiliki distribusi normal (berbentuk lonceng). Berarti terletak di puncak distribusi. Interval confidence di kedua sisi puncak menggambarkan kelipatan dari standar deviasi dari mean. Persentase yang terkait dengan setiap interval kepercayaan (68% ,95%, dan sebagainya) telah ditentukan dengan menghitung area dibawah kurva.

Berbagai macam tipe data dalam berbagai subjek mengikuti distribusi *bellcurve*. Dalamfisika, kurva lonceng berlaku untuk pengukuran berulang nilai tunggal, seperti pengukuran waktu peluruhan fluoresensi. Distribusi berbentuk lonceng tidak tepat ketika lebih dari satu nilai pusat diharapkan, atau ketika hanya beberapa pengukuran yang dilakukan.

Rambatan ketidakpastian

Jika perhitungan melibatkan hasil dari dua pengukuran atau lebih. Anda harus mencantum kan kombinasi dari semua pengaturan yang tidak pasti.

Gabungan ketidakpastian jumlah yang ditambahkan atau dikurangi adalah akar kuadrat dari jumlah kuadrat ketidakpastian individu mereka. jika, misalnya, Anda menghitung kuantitas K = F + G H , Dimana F, G, dan H adalah nilai yang diukur, dan ketidakpastian nya adalah ΔF, ΔG, dan ΔH, dimana simbol Δ, dalam hal ini, berarti "Yang tidak pasti." Ketidakpastian K, Lalu, adalah:

$$\Delta K = \sqrt{\Delta F^2 + \Delta G^2 + \Delta G^2}$$

Contoh:

Misalkan Anda mengukur massa dua benda sebagai 3.18 ± 0.01 kg dan 2.184 ± 0.001 kg. Ketidakpastian gabungannya adalah:

$$\Delta m_{gabungan} = \sqrt{(\Delta m_1)^2 + (\Delta m_2)^2} = \sqrt{(0.01)^2 + (0.001)^2} = 0.01$$

Jumlah massa akan memiliki tiga angka penting dan gabungan ketidakpastiannya harus dicatat sebagai 5.36 ± 0.01 kg.

Untuk menghitung ketidakpastian jumlah gabungan yang dikalikan atau dibagi, ketidakpastian harus dibagi dengan nilai rata-rata. Seandainya K=F×G÷H. Ketidakpastian gabungan saat mengendalikan atau membagi adalah:

$$\Delta K = |K|\sqrt{\left(\frac{\Delta F}{F}\right)^2 + \left(\frac{\Delta G}{G}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H}{H}\right)^2}$$

Contoh:

Misalkan Anda ingin menghitung besarnya percepatan suatu objek. Anda mengukur gaya total pada objek, F = 1,49 + 0,03 N, dan massa objek, m = 3,42 +0,01 kilogram. Akselerasi tanpa ketidakpastian adalah:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{1.49}{3.14} N/kg = 0.436 m/s^2$$

Ketidakpastian gabungan adalah:

$$\Delta a = |a|\sqrt{\left(\frac{\Delta F}{F}\right)^2 + \left(\frac{\Delta m}{m}\right)^2} = |0.436|\sqrt{\left(\frac{0.03}{1.49}\right)^2 + \left(\frac{0.01}{3.42}\right)^2} = 0.009$$

kemudian harus dicatat sebagai 0,436 + 0,009 m/s.

Membandingkan Hasil: Perbedaan Persen dan Kesalahan Persen.

Jika dua grup lab mengukur dua nilai berbeda untuk kuantitas eksperimental, Anda mungkin tertarik pada bagaimana nilainya dibandingkan satu sama lain. Perbedaan besar. misalnya, mungkin mengindikasikan eror dalam pengukuran atau perbedaan lain dalam prosedur pengukuran. Perbandingan nilai sering dinyatakan sebagai apersen perbedaan, dinyatakan sebagai vahue absolut dari perbedaan dibagi dengan mean, dengan hasil dikalikan dengan 10O: nilai 1-nilai 2

$$beda(\%) = \left|\frac{x_1 - x_2}{\frac{1}{2}(x_1 + x_2)}\right| \times 100\%$$

Anda mungkin ingin membandingkan nilai yang diharapkan atau nilai teoritis dengan nilai yang terukur. Mengetahui bahwa nilai Anda mendekati atau jauh dari yang nilai diketahui dapat menyarankan apakah prosedur eksperimental Anda dapat diandalkan. Di dalam jika Anda dapat menghitung persentase Error, didefinisikan sebagai nilai absolut dari perbedaan dibagi dengan nilai yang diharapkan, dengan hasil dikalikan 100:

$$Error(\%) = \frac{x_{ukur} - x_{harap}}{x_{harap}} \times 100\%$$

Perhatikan bahwa ketika nilai yang diharapkan sangat kecil, mungkin mendekati nol, persentase kesalahan menjadi sangat besar karena melibatkan pembagian dengan jumlah sangat kecil. Itu tidak terdefinisi ketika nilai yang diharapkan adalah nol. Persentase Error mungkin tidak menjadi nilai yang bermanfaat dalam kasus ini.

Pengolahan Grafik

Grafik seringkali menjadi cara terbaik untuk menyajikan atau menganalisis data. Saat membuat grafik, ada beberapa garis panduan yang harus diikuti untuk membuatnya jadi lebih jelas:

- ✓ Masing masing sumbu harus diberi label dengan variabel yang diplot dan unitnya.
- ✓ Masing masing sumbu harus menyertakan jumlah tanda centang berlabel yang wajar pada titik genap interval.
- ✓ Memiliki terlalu banyak tanda centang akan membuat grafik ramai dan sulit dibaca.
- ✓ Memiliki terlalu sedikit akan membuat nilai poin data sulit ditentukan.
- ✓ Biasanya, grafik harus diberi label dengan judul atau keterangan yang bermakna.

Independen dan variabel dependen

Saat Anda membuat grafik data, Anda paling sering memilih untuk memplot variabel independen versus variabel dependen. Variabel independen diplot pada sumbu x, dan variabel dependen diplot pada sumbu y.

Variabel independen adalah variabel yang berdiri sendiri dan tidak diubah oleh variabel lain yang Anda coba ukur. Misalnya, waktu seringkali menjadi variabel independen dalam kinematika, jarak, kecepatan, dan akselerasi tergantung pada waktu, tetapi tidak mempengaruhi waktu.

Variabel dependen adalah sesuatu yang tergantung pada variabel lain. Misalnya, dalam gerakan akselerasi yang konstan, posisi benda akan berubah waktu, sehingga posisi tubuh tergantung pada waktu, dan tergantung variabel

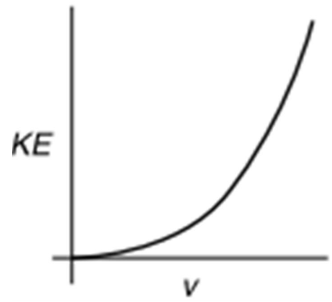
Grafik Data sebagai Garis Lurus

Saat Anda membuat plot pada sumbu x-y, garis lurus adalah hubungan paling sederhana data yang dapat dimiliki. Grafik titik data sebagai garis lurus berguna karena Anda dapat dengan mudah melihat di mana titik data berada di garis. Garis membuat hubungan data mudah dipahami.

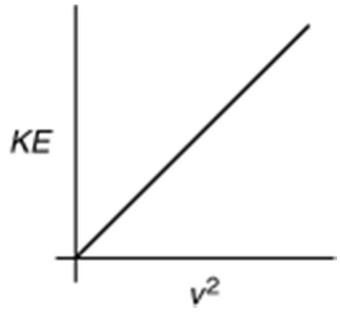
Anda dapat mempresentasikan data sebagai garis lurus pada grafik selama Anda dapat mengidentifikasi kemiringannya, m, dan y- intersepnya, b, dalam persamaan linear: $y = mx + b$. Kemiringan adalah ukuran bagaimana variasi y dengan perubahan dalam x: m. y- intersep adalah di mana garis melintasi sumbu y (di mana $x=0$).

Menyeragamkan Data

Bahkan jika data yang di ambil tidak memiliki hubungan linier, Anda dapat membuatnya sebagai garis lurus dengan memperbaiki bentuk variabel dalam grafik Anda. Satu Metode adalah untuk mengubah hubungan sehingga memiliki bentuk linier y = mx + b dengan substitusi. Untuk kekuatan x, data akan berada dalam formulir $y = Ax^c + b$. Untuk linierisasi data ini, gantikan x^c untuk x dalam persamaan linear. Maka kamu bisa membuat y versus x^c sebagai grafik linear. Misalnya, grafik energi kinetik, KE, dan kecepatan, v, untuk fungsi $KE = \frac{1}{2}mv^2$ menghasilkan parabola, seperti yang ditunjukkan pada Grafik 1 di bawah. Tetapi jika kita menetapkan variabel sumbu horizontal sama denga v^2 sebagai gantinya, maka grafik linier, seperti yang ditunjukkan pada Grafik 2:

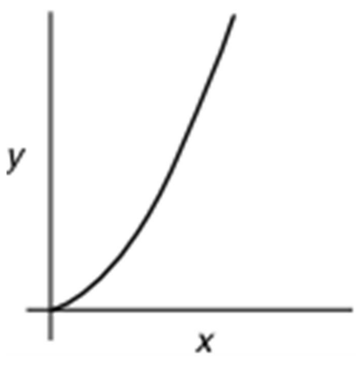


Grafik 1

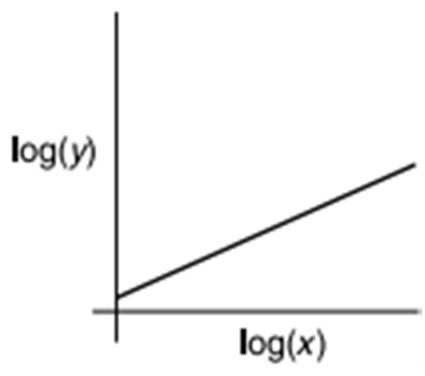


Grafik 2

Jika data eksponensial, seperti dalam $y = Ae^{bx}$, atau perpangkatan x, seperti pada $y = ax^n$, dapat mengambil log dari kedua sisi persamaan akan didapatkan fungsi linierasinya. Untuk data eksponensial, persamaan yang anda dapatkan adalah $\ln(y) = \ln(A) + bx$. Data akan mendekati garis dengan titik potong y di ln(A) dan kemiringan b. Sama halnya untuk persamaan dengan perpangkatan x, mengambil log dari kedua sisi $\ln(y) = \ln(ax^n)$ menghasilkan $\ln(y) = n\ln(x) + \ln(a)$. Jika Anda membuat grafik hubungan log(y) dengan log(x), data akan mendekati garis dengan perpotongan sumbu y pada log(a) dan kemiringan n, seperti yang ditunjukkan pada Grafik 3 dan 4 di bawah ini.



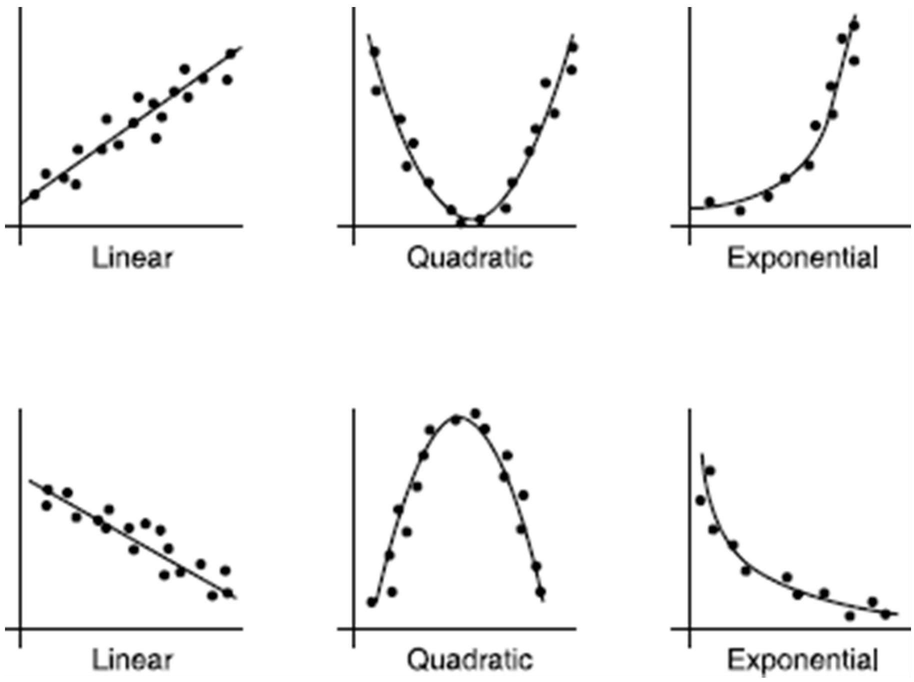
Grafik 3



Grafik 4

Pencocokan Kurva

Sebuah cara yang digunakan untuk menganalisis data dan menentukan data tersebut sesuai dengan model matematika. Langkah pertama adalah membuat rentetam titik dan melihat apakah hasilnya berupa fungsi linier, kuadratik atau fungsi eksponen. Grafik di bawah ini menunjukkan contoh masing-masing jenis rentetan titik.



Persamaan umum dari fungsi linear adalah $y = mx + b$. dimana m adalah kemiringan dan b adalah intersep. Misalnya, fungsi linear dalam fisika adalah ketergantungan waktu terhadap kecepatan suatu objek dan mengalami percepatan konstan $v(t) = at + v_0$, dimana percepatan, a , adalah kemiringan dan kecepatan awal v_0 adalah intersep.

Persamaan umum fungsi kuadrat adalah $y = ax^2 + bx + c$, di mana a, b, dan c adalah konstanta arbitrer. Contoh fungsi kuadrat dalam fisika adalah energi potensial pegas, $U = \frac{1}{2}kx^2$, di mana x adalah jarak pegas membentang dari kesetimbangan, k adalah konstanta pegas, dan dalam hal ini konstanta b dan c adalah nol. Contoh lain dari fungsi kuadrat adalah posisi sebagai fungsi waktu untuk objek yang terus-menerus berakselerasi, $x(t) = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t + x_0$, di mana a adalah akselerasi, v_o adalah kecepatan awal, dan x_0, adalah posisi awal.

Persamaan umum dari fungsi eksponensial adalah $y(t) = Ae^{bt}$, di mana A dan b adalah konstanta arbitrer. Contoh dari fungsi eksponensial dalam fisika adalah jumlah partikel radioaktif yang tersisa setelah waktu tertentu peluruhan radioaktif. $N(t) = N_0 e^{-t/\lambda}$, di mana No adalah jumlah partikel asli, dan λ adalah tingkat peluruhan.

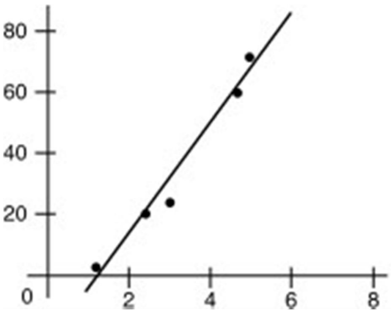
Jika polanya jelas linier, atau jika Anda bisa memplot data menggunakan linierisasi, anda dapat menggunakan garis lurus untuk menggambar garis paling pas yang memiliki jumlah titik di atas dan di bawah garis yang sama. Anda kemudian dapat menentukan persamaan garis dengan mengidentifikasi kemiringan dan y-intersep dari garis paling pas.

Jika persamaan yang lebih tepat diinginkan, atau jika data tidak jelas mengikuti pola linier, anda dapat menggunakan kalkulator grafik atau komputer untuk menyesuaikan data dengan model matematika. Dalam hal ini, anda memasukkan data dan memilih model yang menurut anda paling cocok dengan data tersebut. Ini disebut analisis regresi. Analisis regresi adalah prosedur pemasangan kurva yang umum. Analisis menggunakan prosedur ini memberikan parameter untuk persamaan yang Anda pilih untuk kesesuaian, serta parameter yang menggambarkan seberapa baik data sesuai dengan model. Grafik 5 dan 6 di bawah ini menunjukkan kedatangan yang sama menggunakan model linier dan model kuadratik. nilai r^2 adalah koefisien determinasi. Ini menunjukkan seberapa baik model sesuai dengan data. Nilai yang lebih dekat ke 1 menunjukkan kecocokan yang lebih baik. Dalam contoh di bawah ini, kedua model cocok untuk data, tetapi nilai r^2 menunjukkan bahwa model kuadratik lebih baik.

Model linier

$y = -22{,}168 + 18{,}241x$

$r^2 = 0{,}95492$

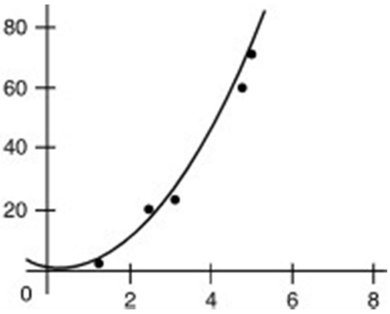


Grafik 5

Model kuadratik

$y = 3{,}2290x^2 - 1{,}50049x + 1{,}75347$

$r^2 = 0{,}95492$ $r^2 = 0{,}9826$



Grafik 6

Referensi

"Averages, Errors and Uncertainty." Department of Physics and Astronomy. University of Pennsylvania. Accessed 6 January 2015 https://www.physics.upenn.edu/sites/www.physics.upenn.edu/files/Error_Analysis.pdf

"Excel Training Courses, Videos and Tutorials." Microsoft Office. Accessed January 6, 2015. http://office.microsoft.com/en-us/excel-help/training-coursesfor-excel-2013-HA104032083.aspx

"Function and Formula." Google Help (for Google Sheets). Accessed January 6, 2015. https://support.google.com/docs/topic/1361471?hl=en&ref_topic=2811806

"Intro to Excel." Department of Physics and Astronomy. University of Pennsylvania. Accessed January 6, 2015. https://www.physics.upenn.edu/sites/www.physics.upenn.edu/files/Introduction_to_Excel.pdf

"Excel Commands Useful for Labs." Department of Physics. Randolph University. Accessed January 6, 2015. http://physics.randolphcollege.edu/lab/IntroLab/Reference/exchint.html