

NASKAH ORISINAL

Peningkatan Kemampuan Pengolahan Data Penelitian Bagi Dosen-Dosen di Kabupaten Sumenep

Agus Suharsono^{1,*} | Muhammad Mashuri¹ | Hidayatul Khusna¹ | Wibawati¹ | Muhammad Ahsan¹

¹Departemen Statistika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia

Korespondensi

*Agus Suharsono, Departemen Statistika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia. Alamat e-mail: agus_s@statistika.its.ac.id

Alamat

Laboratorium Statistika Bisnis dan Industri, Departemen Statistika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia

Abstrak

Penelitian merupakan salah satu bagian dari Tridharma Perguruan Tinggi, yang wajib dilaksanakan oleh dosen. Dalam bidang penelitian, Statistika mempunyai peranan yang sangat penting, yaitu sebagai alat pengolahan dan analisis sehingga hasil penelitian dapat dipertanggung jawabkan secara ilmiah. Namun sebagian dosen, khususnya sebagai peneliti di luar bidang Statistika, masih merasakan kesulitan untuk mengaplikasikan ilmu Statistika sebagai penunjang penelitian. Dalam rangka peningkatan sumber daya manusia, Universitas Wiraraja, Kabupaten Sumenep Madura Jawa Timur berusaha semaksimal mungkin untuk memperbaiki kualitas keilmuannya dengan cara memberikan pelatihan Statistika sebagai penunjang penelitian kepada dosen di luar bidang Statistika. Dalam hal ini, Tim ITS melalui Pengabdian Masyarakat yang merupakan salah satu kegiatan Tri Dharma Perguruan Tinggi, turut serta dalam peningkatan pengetahuan ilmu Statistika sebagai alat penunjang penelitian kepada para dosen di Kabupaten Sumenep Madura Jawa Timur. Materi pelatihan yang merupakan penunjang kegiatan Tri Dharma Perguruan Tinggi, khususnya bidang penelitian, diantaranya statistika deskriptif, pengujian hipotesis, regresi serta analisis jalur. Pelatihan ini ditindaklanjuti melalui kegiatan pendampingan. Karena itu, target dari kegiatan ini adalah peserta dapat mengaplikasikan materi yang telah diperoleh sehingga dapat menghasilkan proposal hingga hasil penelitian yang berkualitas.

Kata Kunci:

Analisis jalur, Pengolahan Data, Pengujian Hipotesis, Regresi, Statistika

1 | PENDAHULUAN

1.1 | Latar Belakang

Statistika adalah sekumpulan metode yang digunakan untuk mengumpulkan, menganalisis, mempresentasikan dan menginterpretasikan data kuantitatif maupun kualitatif^[1]. Statistika banyak digunakan dalam penelitian ilmiah untuk melakukan pengujian

berdasarkan sejumlah data hasil suatu eksperimen atau pengamatan. Secara umum statistika meliputi statistika deskriptif dan inferensia. Statistika deskriptif merupakan metode statistika yang berhubungan dengan pengelompokan, peringkasan dan penyajian data sehingga menjadi informasi yang berguna. Statistika inferensia adalah teknik statistika yang berhubungan dengan analisis data sampel sampai pada peramalan dan penarikan kesimpulan atas data populasi. Generalisasi dari hasil statistika inferensia selalu menghasilkan sifat yang tidak pasti karena berdasarkan pada informasi parsial sebagian data populasi. Oleh karena itu pendekatan statistika inferensia menggunakan ilmu peluang untuk menganalisisnya dan terkait dalam pengujian hipotesis penelitian. Teknik-teknik umum yang dipakai meliputi uji hipotesis, analisis varians, teknik regresi dan korelasi^[2].

Dosen sebagai salah satu pelaksana pendidikan diharapkan mampu menguasai Tridharma Perdosenan Tinggi, yaitu Pengajaran, penelitian dan pengabdian kepada masyarakat. Universitas Wiraraja merupakan salah satu lembaga Pendidikan Tinggi yang berada di Kabupaten Sumenep Jawa Timur, berkomitmen untuk melakukan peningkatan kualitas Dosen dengan cara melakukan pembinaan serta pendampingan khususnya dalam bidang Metodologi Penelitian yang menggunakan alat yaitu Statistika. Beberapa topik pendalaman materi yang dibutuhkan adalah statistika deskriptif, uji hipotesis satu populasi dan uji hipotesis dua populasi, estimasi, analisis regresi, analisis jalur serta sistematika penulisan laporan penelitian.

Tim Statistika ITS dalam hal ini melalui Pengabdian Masyarakat yang merupakan salah satu kegiatan Tri Dharma Perdosenan Tinggi, turut serta dalam peningkatan kualitas dosen, dengan melakukan pelatihan Peningkatan Kemampuan Pengolahan Data Penelitian Bagi Dosen-Dosen di Kabupaten Sumenep.

1.2 | Perumusan Konsep dan Strategi Kegiatan

Tim Statistika ITS dalam hal ini melalui Pengabdian Masyarakat yang merupakan salah satu kegiatan Tri Dharma Perdosenan Tinggi, turut serta dalam peningkatan kualitas dosen, dengan melakukan pelatihan Peningkatan Kemampuan Pengolahan Data Penelitian Bagi Dosen-Dosen di Kabupaten Sumenep.

1.3 | Tujuan, Manfaat, dan Dampak Kegiatan

Tujuan dan manfaat dari kegiatan ini adalah untuk melatih dan meningkatkan kemampuan analisis dan pengolahan data dengan metode Statistika bagi para dosen di Kabupaten Sumenep Madura Jawa Timur. Dampak lain yang diharapkan dari kegiatan pelatihan ini yaitu akan menghasilkan produk proposal penelitian ataupun makalah-makalah untuk mengikuti seminar.

1.4 | Target Luaran

Luaran pada kegiatan Abmas ini adalah paper yang di-*submit* pada jurnal nasional abmas yaitu Sewagati.

2 | SOLUSI DAN METODE KEGIATAN

Sasaran kegiatan pelatihan ini adalah untuk meningkatkan kemampuan analisis dan pengolahan data dengan metode statistika bagi Dosen di Universitas Wiraraja Sumenep. Untuk mendapatkan hasil yang optimal, konsep dalam kegiatan pengabdian ini berupa pelatihan dalam bentuk pendampingan pembelajaran statistika untuk para dosen di Kabupaten Sumenep Madura Jawa Timur. Pada sesi pelatihan, selain diberikan penjabaran dan penjelasan mendetail mengenai materi yang dibutuhkan dalam penelitian juga akan dikenalkan pengolahan data dengan program komputer, contoh kasus penggunaan metode statistika dalam penelitian diantaranya statistika deskriptif, pengujian hipotesis, estimasi, analisis regresi, SEM, GWR, serta analisis spasial. Antusiasme dan keaktifan peserta pelatihan dapat dilihat pada Gambar (1).

Setelah sesi pelatihan, program pengabdian ini akan dilanjutkan dengan pendampingan dimana setiap kelompok diharapkan mampu memberikan contoh kasus nyata dalam penelitian. Selain itu, dibuka kesempatan untuk melakukan diskusi dan konsultasi. Diharapkan dengan strategi ini, para dosen lebih mudah memahami dan dapat menerapkan dalam dunia nyata.

Metode yang akan digunakan dalam pelatihan Peningkatan Kemampuan Pengolahan Data Penelitian Bagi Dosen-Dosen di Kabupaten Sumenep Jawa Timur adalah sebagai berikut.

- (a) Metode ceramah



Gambar 1 Dokumentasi kegiatan pelatihan secara *offline*.

Dilakukan untuk menjelaskan secara singkat tentang pengujian hipotesis, variabel random, distribusi probabilitas (binomial dan normal) serta teknik sampling.

(b) Diskusi dan latihan

Setelah mengenal metode statistik peserta diberi kesempatan untuk mengerjakan tugas dan melakukan latihan berdasarkan data yang dimiliki atau berdasarkan permasalahan yang sering dihadapi oleh para dosen. Pada sesi ini peserta dibagi menjadi beberapa kelompok dan setiap kelompok didampingi oleh seorang pendamping.

(c) Penerapan/aplikasi software statistika

Sebagai tindak lanjut dari penyampaian materi pembelajaran statistika, maka dilakukan praktek pengolahan data dengan program komputer dan menginterpretasikan hasilnya.

Jadwal pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat dilaksanakan pada 24-25 September 2021 di Universitas Wiraraja Sumenep Madura (*hybrid*), jadwal pertemuan pertama disajikan pada Tabel 1 , sementara jadwal pelaksanaan pertemuan kedua diberikan pada Tabel 2 .

Tabel 1 Pertemuan I

Materi	Penanggungjawab
Registrasi	Panitia
Pembukaan	
- Sambutan Tim ITS	
- Sambutan Universitas Wiraraja	
Statistika Deskriptif	Tim Pemateri
Pengujian Hipotesis Satu Populasi dan Estimasi	Tim Pemateri
ISHOMA	
Uji Hipotesis Dua Populasi	Tim Pemateri
Penugasan	Panitia

3 | CAPAIAN HASIL

3.1 | Hasil Kegiatan

Setelah mengikuti pelatihan ini diharapkan:

1. Peserta pelatihan dapat meningkatkan kompetensi mengolah dan menganalisis data dengan program statistika.

Tabel 2 Pertemuan II

Jam	Materi	Penanggungjawab
08.30 - 10.00	Regresi dan Korelasi	Tim Pemateri
10.00 – 10.30	Analisis jalur	Tim Pemateri
10.30 – 12.00	Studi Kasus	Tim Pemateri
12.00 – 13.00	ISHOMA	
13.00 - 15.00	Studi Kasus	Tim Pemateri
15.00 – 16.00	Penutupan	Panitia

2. Peserta pelatihan dapat membuat laporan hasil penelitian berdasarkan sistematika penulisan laporan serta data-data yang sudah dimiliki.

Selain itu, pelatihan ini juga diharapkan akan menghasilkan paper yang akan dipublikasikan pada Jurnal Nasional.

3.2 | Materi Pelatihan

1. Data dan Variabel

(a) Jenis Data

- (i) Diskrit: data angka yang nilainya tertentu. Nilai ini merupakan bilangan asli dan tidak mungkin dalam bentuk pecahan atau desimal
- (ii) Kontinu: data yang mempunyai nilai dalam suatu interval tak terbatas

(b) Sifat Data

- (i) Kuantitatif: data yang dinyatakan dalam angka
- (ii) Kualitatif: data yang tidak dinyatakan dalam angka, namun berupa kategori.

(c) Skala Pengukuran Data

Stevens (1951) mengusulkan empat tipe skala pengukuran yaitu sebagai berikut^[3].

- (i) Nominal: hanya dapat dilakukan pembedaan. Contoh: jenis kelamin dan agama
- (ii) Ordinal: mempunyai sifat membedakan dan dapat urutan. Contoh: tingkat pendidikan dan klasifikasi *income*
- (iii) Interval: mempunyai sifat membedakan, memiliki urutan dan juga mempunyai jarak yang sama, sehingga dapat dinyatakan secara kuantitatif. Contoh: IPK, suhu tubuh
- (iv) Rasio: mempunyai sifat membedakan, memiliki urutan, juga mempunyai jarak yang sama dan memiliki nilai nol mutlak. Contoh: *income*, tinggi badan, dan berat.

(d) Jenis Variabel

(i) Variabel independent/predictor/bebas

Variabel yang mempengaruhi atau menjelaskan variabel lainnya (variabel yang menjadi sebab perubahan atau timbulnya variabel lain)

(ii) Variabel dependen/respon/output/tak bebas

Variabel yang nilainya dipengaruhi atau dapat dijelaskan oleh variabel lain. (variabel yang menjadi akibat karena adanya variabel bebas).

2. Uji Hipotesis dan ANOVA

(a) Hipotesis Nol dan Hipotesis Alternatif

- Hipotesis statistik adalah pernyataan atau dugaan tentang satu atau lebih populasi^[4]
- Dalam membuat rumusan pengujian hipotesis, hendaknya kita selalu membuat pernyataan hipotesis yang diharapkan akan diputuskan untuk ditolak
- Hipotesis yang dirumuskan dengan harapan untuk ditolak disebut hipotesis nol yang ditulis H_0
- Penolakan hipotesis nol akan menjurus pada penerimaan hipotesis alternatif atau hipotesis tandingan yang ditulis H_1

(b) Konsep Pengujian Hipotesis

- Ada dua kemungkinan yang akan kita putuskan untuk hipotesis yang telah kita buat, yaitu menolak hipotesis nol atau menerima hipotesis nol, setelah kita menghitung statistika dari sampel
- Menolak hipotesis nol artinya kita menyimpulkan bahwa hipotesis tersebut tidak benar. Sedangkan menerima hipotesis nol artinya tidak cukup informasi dari sampel untuk menyimpulkan bahwa hipotesis tersebut harus kita tolak. Artinya walaupun hipotesis itu kita terima, tidak berarti bahwa hipotesis itu benar.

(c) Tipe Kesalahan

- Kesalahan tipe I : Menolak H_0 padahal H_0 benar
- Kesalahan tipe II: Gagal tolak H_0 padahal H_0 salah
- Nilai $P = 1 - \beta$ disebut *Power of Test*.

Tabel 3 Tipe Kesalahan

Keputusan	Keadaan yang Sebenarnya	
	H_0 benar	H_0 salah
Gagal Tolak H_0	Benar $1 - \alpha$	Keputusan Salah (Kesalahan Tipe II) $\beta = P$ (Kesalahan tipe II)
Tolak H_0	Keputusan Salah (Kesalahan Tipe I) $\alpha = P$ (Kesalahan tipe I)	Benar $P = 1 - \beta$

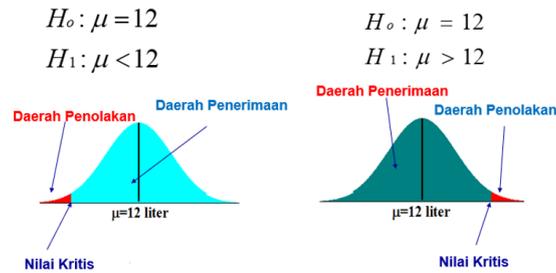
(d) Parameter yang diuji

Tabel 4 Parameter yang Diuji

Parameter	Population	Sample
<i>Mean</i>	μ	\bar{x}
<i>Variance</i>	σ^2	s^2
<i>Proportion</i>	p	P

(e) Uji Hipotesis Satu Arah

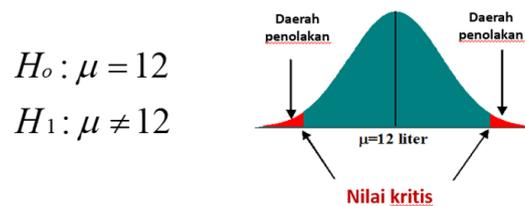
Jika hipotesis nol, $H_0 : \mu = \mu_0$ dilawan dengan hipotesis alternatif $H_1 : \mu > \mu_0$ atau $H_1 : \mu < \mu_0$.



Gambar 2 Daerah kritis Uji Hipotesis Satu Arah.

(f) Uji Hipotesis Dua Arah

Jika hipotesis nol ini dilawan dengan hipotesis alternatif $H_1 : \mu \neq \mu_0$.



Gambar 3 Daerah kritis Uji Hipotesis Dua Arah.

(g) Pengujian Rata-rata 1 Populasi

Terdapat dua macam statistik uji yang bisa digunakan yaitu:

- Untuk sampel besar ($n > 30$) dan σ^2 diketahui menggunakan statistik uji Z
- Untuk sampel kecil ($n < 30$ / σ^2 tidak diketahui) menggunakan statistik uji t
- Hipotesis:

Uji Satu Arah	Uji Dua Arah
$H_0 : \mu = \mu_0$	$H_0 : \mu = \mu_0$
$H_1 : \mu < \mu_0$	$H_1 : \mu \neq \mu_0$
atau	
$H_0 : \mu = \mu_0$	
$H_1 : \mu > \mu_0$	

(h) Uji Z untuk 1 Populasi

- Bila simpangan baku (σ) dari populasi itu diketahui, dan sampel yang dipakai sebanyak $n > 30$, maka statistik uji yang dipakai untuk menguji hipotesis rata-rata populasi tersebut adalah:

Tolak H_0 jika $p - value < \alpha$, atau nilai statistik uji

$$|Z_{hit}| > Z_{\alpha/2} \text{ untuk uji 2 arah}$$

$$|Z_{hit}| > Z_{\alpha} \text{ untuk uji 1 arah}$$

- Contoh: Seorang peneliti mengukur tinggi kacang hijau yang telah ditanam selama dua minggu. Terdapat 40 sampel tanaman kacang hijau. Diketahui bahwa tinggi kacang hijau berdistribusi normal dengan standar deviasi 3. Untuk menguji apakah mean populasi adalah 10,5 dan untuk mendapatkan interval kepercayaan 90% untuk *mean*, digunakan uji z.

(i) Uji t untuk 1 Populasi

- Bila simpangan baku (σ) dari populasi itu tidak diketahui, dan sampel yang dipakai sebanyak $n < 30$, maka statistik uji yang dipakai untuk menguji hipotesis rata-rata populasi tersebut adalah:

Tolak H_0 jika $p - value < \alpha$, atau nilai statistik uji

$$|t_{hit}| > t_{\alpha/2, (n-1)} \text{ untuk uji 2 arah}$$

$$|t_{hit}| > t_{\alpha, (n-1)} \text{ untuk uji 1 arah}$$

- Contoh: Pengukuran dilakukan pada sembilan *widget*. Anda tidak tahu distribusi dari hasil pengukuran. Untuk menguji apakah *mean* populasi adalah 5 dan untuk mendapatkan interval kepercayaan 90% untuk *mean*, digunakan uji t.

(j) Pengujian Varians 1 Populasi

- Hipotesis:

Uji Satu Arah

$$H_0 : \sigma^2 = \sigma_0^2$$

$$H_1 : \sigma^2 > \sigma_0^2$$

$$H_0 : \sigma^2 = \sigma_0^2$$

$$H_1 : \sigma^2 \neq \sigma_0^2$$

Uji Dua Arah

$$H_0 : \sigma^2 = \sigma_0^2$$

$$H_1 : \sigma^2 < \sigma_0^2$$

- Statistik Uji:

$$x^2 = \frac{(n-1)S^2}{\sigma_0^2} \quad (1)$$

dimana

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i^2 - n\bar{X}^2}{n-1}$$

dan

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

- Tolak H_0 jika $p - value < \alpha$, atau $X_{hit}^2 < X_{1-\frac{\alpha}{2}; n-1}^2$ atau $X_{hit}^2 > X_{\frac{\alpha}{2}; n-1}^2$
- Contoh: Anda adalah inspektur kontrol kualitas di pabrik yang membuat suku cadang presisi tinggi untuk mesin pesawat, termasuk pin logam yang panjangnya harus 15 inci. Hukum keselamatan menentukan bahwa varians panjang pin tidak boleh melebihi 0,001 inci. Analisis sebelumnya menentukan bahwa panjang pin terdistribusi

secara normal. Anda mengumpulkan sampel 100 pin dan mengukur panjangnya untuk melakukan uji hipotesis dan membuat interval kepercayaan untuk varians populasi.

(k) Pengujian Varians 2 Populasi

- Hipotesis:

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

$$H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$$

- Statistik Uji:

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2} \quad (2)$$

dimana

σ_1^2 = variansi populasi I

σ_2^2 = variansi populasi II

S_1^2 = variansi sampel populasi I

S_2^2 = variansi sampel populasi II

- Tolak H_0 jika $p - value < \alpha$, atau $F > F_{\frac{\alpha}{2};(n_1-1),(n_2-1)}$
- Contoh: Sebuah studi dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas dua perangkat untuk meningkatkan efisiensi sistem pemanas rumah gas. Konsumsi energi di rumah diukur setelah salah satu dari dua perangkat dipasang. Kedua perangkat tersebut adalah peredam ventilasi listrik (Peredam = 1) dan peredam ventilasi yang diaktifkan secara termal (Peredam = 2). Data konsumsi energi (BTU.In) dicatat dalam satu kolom dengan kolom pengelompokan (Damper) yang berisi pengenalan untuk menunjukkan populasi asal (Peredam 1/Peredam 2). Anda tertarik untuk membandingkan simpangan baku dari dua populasi sehingga Anda dapat membuat uji-t 2-Sampel dan interval kepercayaan untuk membandingkan dua peredam.

(l) Pengujian Rata-rata 2 Populasi

Terdapat dua macam statistik uji yang bisa digunakan yaitu:

- Uji t untuk 2 populasi (*2-sample t test*): apabila pengamatan diukur dari sampel yang berbeda.
- Uji t berpasangan (*paired t test*): apabila pengamatan diukur dari sampel (individu) yang sama.

(m) Dua-Sample t Test

- Independen berarti ketika tindakan mengumpulkan dan mengukur salah satu sampel tidak berpengaruh pada apa yang disampel atau diukur dalam sampel lainnya.
- Hipotesis:

Uji Satu Arah	Uji Dua Arah
$H_0 : \mu_1 = \mu_2$	$H_0 : \mu_1 = \mu_2$
$H_1 : \mu_1 > \mu_2$	$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$
atau	
$H_0 : \mu_1 = \mu_2$	
$H_1 : \mu_1 < \mu_2$	

- Statistik Uji:

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - 0}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \quad (3)$$

- Tolak H_0 jika $p - value < \alpha$, atau pada pengujian satu arah:

– Jika $H_1 : \mu_1 > \mu_2$ dan $t_{hitung} > t_{\alpha; n_1+n_2-2}$ maka H_0 ditolak

– Jika $H_1 : \mu_1 < \mu_2$ dan $t_{hitung} < t_{\alpha; n_1+n_2-2}$ maka H_0 ditolak

dan pada pengujian dua arah:

– Jika $H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$ dan $t_{hitung} > t_{\alpha/2; n_1+n_2-2}$ atau $t_{hitung} < -t_{\alpha/2; n_1+n_2-2}$ maka H_0 ditolak

- Contoh: Sebuah studi dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas dua perangkat untuk meningkatkan efisiensi sistem pemanas rumah gas. Konsumsi energi di rumah diukur setelah salah satu dari dua perangkat dipasang. Kedua perangkat tersebut adalah peredam ventilasi listrik (Peredam=1) dan peredam ventilasi yang diaktifkan secara termal (Peredam=2). Data konsumsi energi (BTU.In) dicatat dalam satu kolom dengan kolom pengelompokan (Dam-per) yang berisi pengenal atau subskrip untuk menunjukkan populasi. Misalkan Anda melakukan uji varians dan tidak menemukan bukti bahwa varians tidak sama (lihat contoh uji varians 2 populasi). Sekarang Anda ingin membandingkan efektivitas kedua perangkat ini dengan menentukan apakah ada bukti bahwa kedua peredam tersebut menghasilkan konsumsi energi yang berbeda.

(n) Paired t Test

- Berpasangan berarti dua pengukuran dilakukan pada individu yang sama (sebelum dan sesudah, misalnya) atau pada pasangan individu yang terkait (ayah dan anak, misalnya).
- Hipotesis

Uji Satu Arah	Uji Dua Arah
$H_0 : \mu_d = \mu_0$	$H_0 : \mu_d = \mu_0$
$H_1 : \mu_d > \mu_0$	$H_1 : \mu_d \neq \mu_0$
atau	
$H_0 : \mu_d = \mu_0$	
$H_1 : \mu_d < \mu_0$	

dimana

μ_d = rata-rata populasi dari perbedaan

μ_0 = rata-rata perbedaan yang dihipotesiskan

- Statistik Uji

$$t = \frac{\bar{d} - \mu_0}{s_d / (\sqrt{n})} \quad (4)$$

- Tolak H_0 jika $p - value < \alpha$

- Contoh: Sebuah perusahaan sepatu ingin membandingkan dua bahan, A dan B, untuk digunakan pada sol sepatu anak laki-laki. Dalam contoh ini, masing-masing dari sepuluh anak laki-laki dalam sebuah penelitian mengenakan sepasang sepatu khusus dengan sol satu sepatu yang terbuat dari Bahan A dan sol sepatu lainnya yang terbuat dari Bahan B. Jenis sol sepatu secara acak ditugaskan untuk menjelaskan perbedaan sistematis dipakai di antara

kaki kiri dan kanan. Setelah tiga bulan, sepatu diukur untuk dipakai. Untuk data ini, Anda akan menggunakan uji t berpasangan daripada uji t tidak berpasangan.

(o) ANOVA Satu Arah

- *Analysis of Variance* (ANOVA) digunakan untuk menguji rata-rata untuk
 - Lebih dari 2 populasi/kategori
 - Dependent : kontinu (interval atau ratio)
 - Independent : faktor (bisa berupa data kategorik)
- Hipotesis:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_p$$

H_1 : paling sedikit ada satu μ_k yang tidak sama; $k = 1, 2, \dots, p$

- Contoh: Anda merancang eksperimen untuk menilai daya tahan empat produk karpet. Anda menempatkan sampel masing-masing produk karpet di empat rumah dan Anda mengukur daya tahan setelah 60 hari. Karena Anda ingin menguji kesetaraan rata-rata dan untuk menilai perbedaan rata-rata, Anda menggunakan prosedur ANOVA satu arah dengan beberapa perbandingan.

(p) ANOVA Dua Arah

- *Analysis of Variance* (ANOVA) dua arah digunakan untuk menguji rata-rata untuk:
 - Dependen : Kontinu (interval atau rasio)
 - Faktor : ada 2 (baris dan kolom)
 - Hipotesis:

H_o : Faktor “baris” signifikan

H_1 : Faktor “baris” tidak signifikan

H_o : Faktor “kolom” signifikan

H_1 : Faktor “kolom” tidak signifikan

H_o : Faktor “interaksi” antara baris dan kolom signifikan

H_1 : Faktor “interaksi” antara baris dan kolom tidak signifikan

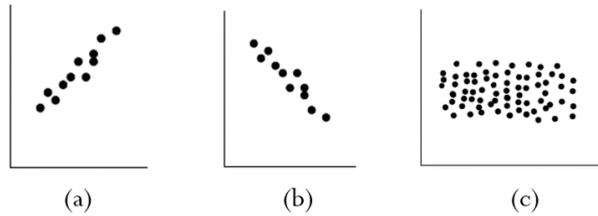
- Contoh: Anda sebagai ahli biologi sedang mempelajari bagaimana zooplankton hidup di dua danau. Anda menyiapkan dua belas tangki di laboratorium Anda, masing-masing enam dengan air dari salah satu dari dua danau. Anda menambahkan satu dari tiga suplemen nutrisi ke setiap tangki dan setelah 30 hari Anda menghitung zooplankton dalam satu unit volume air. Anda menggunakan ANOVA dua arah untuk menguji apakah rata-rata populasi sama, atau setara, untuk menguji apakah ada bukti signifikan dari interaksi dan efek utama.

3. Korelasi dan Regresi

(a) Hubungan Antar Variabel

- Bentuk hubungan dua variabel (misal X dan Y) pada umumnya terdiri atas 2 macam, yaitu ada hubungan antara dua variabel (positif atau negatif) dan tidak ada hubungan
- Hubungan X dan Y dikatakan positif apabila kenaikan (penurunan) X pada umumnya diikuti oleh kenaikan (penurunan) Y

- Hubungan X dan Y dikatakan negatif apabila kenaikan (penurunan) X pada umumnya diikuti oleh penurunan (kenaikan) Y
- X dan Y tidak berhubungan apabila kenaikan /penurunan X pada umumnya tidak diikuti oleh naik turunnya Y



Gambar 4 Diagram Pencar untuk hubungan positif (a), negatif (b), dan tidak ada hubungan antara X dan Y (c).

(b) Koefisien Korelasi

- Kuat dan tidaknya hubungan antara X dan Y apabila dinyatakan dengan fungsi linear, diukur dengan suatu nilai yang disebut koefisien korelasi.
- $-1 \leq r \leq 1$
- Hipotesis:

H_0 : tidak ada hubungan antara X dan Y

H_1 : ada hubungan antara X dan Y

(c) Regresi Linear Sederhana

- Model regresi linier dengan satu prediktor
- Bentuk umum model :

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + e_i \quad (5)$$

dimana

Y_i = variabel respon

X_i = variabel prediktor

β_0 = *intercept*

β_1 = *slope*

e_i = *random error*

- Diberikan Y_i dan X_i untuk estimasi β_0 dan β_1
- Salah satu metode untuk estimasi parameter regresi (β_0 dan β_1) adalah *Ordinary Least Square* (OLS)^[5]
- Ide dasar dari metode OLS adalah meminimumkan jumlah kuadrat error atau *residual sum of square* (SSE)
- *OLS Estimator*:

$$\begin{aligned} \hat{\beta}_1 &= \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} = \frac{s_{XY}}{s_{XX}} \\ \hat{\beta}_0 &= \bar{Y} - \hat{\beta}_1 \bar{X} \end{aligned} \quad (6)$$

(d) *Measure of Fit* (R^2)

Regression sum of square (SSR):

$$SSR = \sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2 \quad (7)$$

Total sum of square (SST):

$$SST = \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2 \quad (8)$$

Coefficient of determination:

$$R^2 = \frac{SSR}{SST} \quad (9)$$

Bagus jika $R^2 \leq 60\%$

(e) Asumsi Regresi

- Error/residual harus memenuhi asumsi identik, independen, distribusi normal (IIDN)
- Identik: menggunakan Glejser Test
- Independent: Durbin-Watson Test
- Normal: Kolmogorov-Smirnov test

(f) Multiple Linear Regression

Multiple Linerar Regression (Regresi linier berganda) adalah metode analisis yang tepat ketika masalah penelitian melibatkan variabel respon tunggal yang dianggap terkait dengan dua atau lebih variabel prediktor^[6].

Bentuk umum model regresi linear dengan lebih dari satu variabel prediktor:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \dots + \beta_p X_{ip} + \varepsilon_i \quad (10)$$

alternatif :

$$y = X\beta + \varepsilon \quad (11)$$

y = variabel respon

x = variabel prediktor

β_0, \dots, β_p = parameter regresi

(g) Estimator OLS (Bentuk Matriks)

Tabel 5 Estimator OLS

Sumber variasi	SS	DF	MS	F _h
Regresi	SSR	1	SSR/1	MSR/MSE
Residual	SSE	n-2	SSE/(n-2)	
Total	SST	n-1	SST/(n-1)	

$$\begin{aligned}
 SSR &= \hat{\beta}^T X^T y \\
 SST &= y^T y \\
 SSE &= y^T y - \hat{\beta}^T X^T y
 \end{aligned}
 \tag{12}$$

(h) Uji Signifikansi Parameter Regresi

- Uji serentak (menguji ANOVA)

Hipotesis:

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_p = 0$$

H_1 = minimal ada satu β_j yang tidak sama; $j = 1, \dots, p$

- Uji individu/parsial (jika hasil uji serentak adalah tolak H_0)

Hipotesis:

$$H_0 : \beta_j = 0$$

$H_1 : \beta_j \neq 0; j = 1, \dots, p$

4. Path Analysis

(a) Sejarah: *Path Analysis*

Diperkenalkan oleh Sewall Wright (1921) – ahli genetika. Dipopulerkan oleh Otis Dudley Duncan (1966) - ahli sosiologi. Land (1968) membahas secara teoritis dan prosedur *Path Analysis*

(b) *Path Analysis*

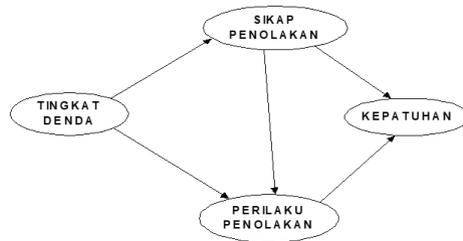
- Merupakan perluasan dari analisis regresi yang digunakan untuk menerangkan pengaruh langsung dan tidak langsung seperangkat variabel, sebagai variabel penyebab terhadap seperangkat variabel lain yang merupakan variabel akibat.
- Bertujuan utk menguji apakah model yang diusulkan didukung oleh data, dengan cara membandingkan matriks korelasi teoritis dan matriks korelasi empiris. Jika kedua matriks relatif sama, maka model dikatakan cocok
- Salah satu analisis jalur adalah analisis PLS dimana Structural Equation Modeling berbasis kovarians. Dua contoh dari disiplin Sistem Informasi yaitu yang pertama terdiri dari konstruksi dengan indikator reflektif (mode A) dan ini ditindaklanjuti dengan model yang mencakup konstruk dengan indikator formatif (mode B)^[7]. Pembahasan dan pengembangan mengenai analisis jalur, baik SEM maupun PLS dapat ditemukan pada penelitian Vinzi et al.(2010)^[8], Chin (1998)^[9], Ghazali (2017)^[10], dan Fornell & Larcker (1981)^[11].
- Pengujian dilakukan dengan menggunakan koefisien determinasi ganda (*multiple determination*)^[3]
- Mempelajari apakah hubungan yang terjadi disebabkan oleh pengaruh langsung dan tidak langsung dari variabel independen terhadap variabel dependen
- Mempelajari ketergantungan sejumlah variabel dalam suatu model (model kausal).
- Menganalisis hubungan antar variabel dari model kausal yang telah dirumuskan oleh peneliti atas dasar pertimbangan teoritis
- Menguji seperangkat hipotesis kausal dan menginterpretasikan hubungan tersebut (langsung atau tidak langsung)

(c) Manfaat

- Penjelasan (*explanation*) terhadap fenomena yang dipelajari atau permasalahan yang diteliti
 - Prediksi nilai variabel dependen berdasarkan nilai variabel independen
 - Faktor Penentu, yaitu penentuan variabel independen mana yang berpengaruh dominan terhadap variabel dependen. Selain itu juga dapat digunakan untuk menelusuri mekanisme (jalur-jalur) pengaruh variabel dependen terhadap variabel independen
 - Pengujian model, menggunakan theory trimming, baik untuk uji keajegan konsep yang sudah ada ataupun uji pengembangan konsep baru
- (d) Variabel dalam *Path Analysis*
- Variabel eksogen/ independen
 - Ditetapkan sebagai variabel pemula, memberi efek pada variabel lain
 - Tidak dipengaruhi oleh variabel lain
 - Variabel endogen/ dependen

Variabel yang keragamannya dijelaskan oleh variabel eksogen dan/atau variabel endogen lainnya

(e) Ilustrasi



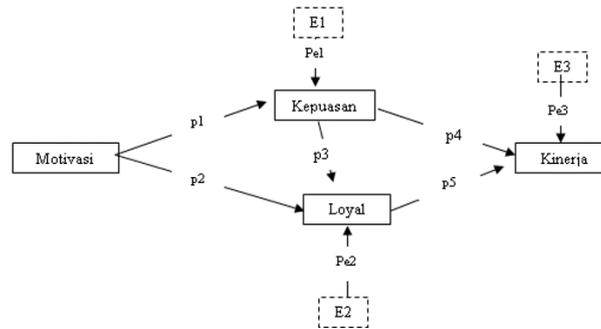
Gambar 5 Ilustrasi *Path Analysis*.

(f) Langkah-langkah Path Analysis

(1) Pertama (Perancangan Model)

Merancang model berdasarkan konsep dan teori. Misal, secara teoritis:

- Variabel Motivasi berpengaruh terhadap Kepuasan dan Loyalitas
- Loyalitas dipengaruhi oleh Kepuasan
- Variabel Kepuasan dan Loyalitas berpengaruh terhadap Kinerja
- Berdasarkan hubungan-hubungan antar variabel secara teoritis tersebut, dapat dibuat model Hipotetik (Gambar (6))
- Model tersebut juga dapat dinyatakan dalam bentuk persamaan, sehingga membentuk sistem persamaan / sistem persamaan simultan / model struktural
 - $Kepuasan = \alpha_0 + \alpha_1 Motivasi + \varepsilon_1$
 - $Loyalitas = \beta_0 + \beta_1 Motivasi + \beta_2 Kepuasan + \varepsilon_2$
 - $Kinerja = \gamma_0 + \gamma_1 Kepuasan + \gamma_2 Loyalitas + \varepsilon_3$



Gambar 6 Konstruksi Diagram Jalur.

(2) Kedua (Asumsi)

Asumsi yang melandasi analisis path adalah:

- Di dalam model analisis path, hubungan antar variabel adalah linier dan aditif
- Hanya model rekursif dapat dipertimbangkan, yaitu hanya sistem aliran causal ke satu arah. Sedangkan pada model yang mengandung causal bolak-balik tidak dapat dilakukan analisis path
- Data variabel endogen minimal dalam skala interval
- Model yang dianalisis dispesifikasikan (diidentifikasi) dengan benar berdasarkan teori-teori dan konsep-konsep yang relevan

(3) Ketiga (Pendugaan Parameter)

- Metode perhitungan koefisien jalur terdapat tiga cara:
 - Pendekatan matriks korelasi; bila model tidak berjenjang ($p = R_x^{-1}R_y$)
 - Koefisien regresi dilanjutkan dengan suatu perhitungan matematik ($p_i = b_i(S_{xi}/S_y)$)
 - Koefisien *regresi standardize*
- Pada tulisan ini dipilih metode yang terakhir, yaitu *regresi standardize*, hal ini mengingat metode ini yang dipandang paling sederhana
- Di samping itu, perhitungan *goodness of fit* berupa Koefisien Determinasi Total dapat dilakukan secara sederhana, dan pelaksanaan *Theory Triming* dapat dilakukan dengan mudah

(4) Keempat

Pendugaan parameter Koefisien regresi standardize

- Untuk anak panah satu arah → digunakan perhitungan regresi data standardize, secara parsial pada masing-masing persamaan
- Metode yang digunakan adalah OLS, yaitu metode kuadrat terkecil biasa. Hal ini dapat dilakukan mengingat modelnya rekursif

(g) Pengaruh Langsung dan Tidak Langsung

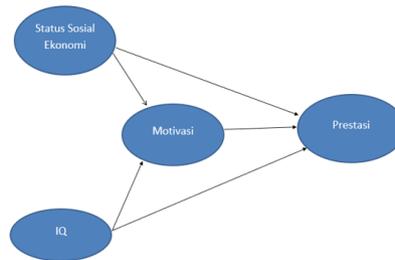
- Koefisien p_i dinamakan koefisien path pengaruh langsung
- Sedangkan pengaruh tidak langsung dan pengaruh total dihitung dengan cara:

- Pengaruh langsung Motivasi ke Kepuasan = p_1
- Pengaruh tidak langsung Motivasi ke Kinerja melalui Kepuasan = $p_1 \times p_4$
- Pengaruh tidak langsung Kepuasan ke Kinerja melalui Loyalitas = $p_3 \times p_5$
- Pengaruh total adalah penjumlahan dari pengaruh langsung dan seluruh pengaruh tidak langsung. Pengaruh total Kepuasan ke kinerja = $p_4 + (p_3 \times p_5) =$ Pengaruh langsung + Pengaruh tidak langsung

(h) Langkah *Path Analysis* dengan SPSS

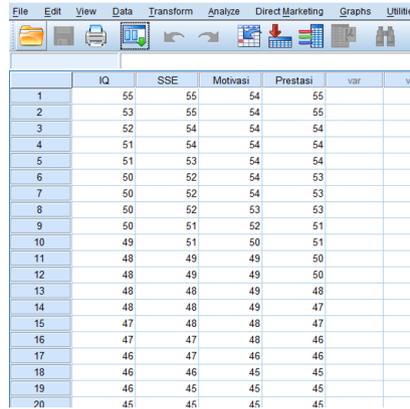
IQ	SSE	Motivasi	Prestasi
55	55	54	55
53	55	54	55
52	54	54	54
51	54	54	54
51	53	54	54
50	52	54	53
50	52	54	53
50	52	53	53
50	51	52	51
49	51	50	51
48	49	49	50
48	49	49	50
48	48	49	48
48	48	49	47
47	48	48	47
47	47	48	46
46	47	46	46
46	46	45	45
46	45	45	45
45	45	45	45

Gambar 7 Data untuk *Path Analysis*.



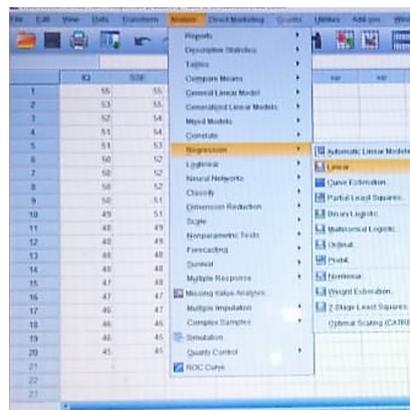
Gambar 8 Konstruksi *Path Analysis* untuk data pada Gambar (7).

- i. Membuka data ke dalam worksheet SPSS (Gambar (9))
- ii. Lakukan proses analisis (Gambar (10))
- iii. Regresi 1 (Gambar (11))
- iv. Output regresi 1 (Gambar (12))
- v. Regresi 2 (Gambar (13))
- vi. Output regresi 2 (Gambar (14))
- vii. Interpretasi regresi 1

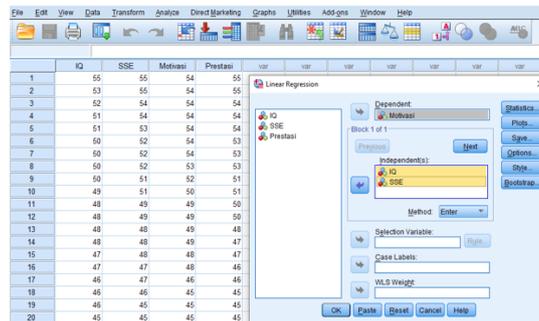


	IQ	SSE	Motivasi	Prestasi	var	var
1	55	55	54	55		
2	53	55	54	55		
3	52	54	54	54		
4	51	54	54	54		
5	51	53	54	54		
6	50	52	54	53		
7	50	52	54	53		
8	50	52	53	53		
9	50	51	52	51		
10	49	51	50	51		
11	48	49	49	50		
12	48	49	49	50		
13	48	48	49	48		
14	48	48	49	47		
15	47	48	48	47		
16	47	47	48	46		
17	46	47	46	46		
18	46	46	45	45		
19	46	45	45	45		
20	45	45	45	45		

Gambar 9 Langkah membuka data.



Gambar 10 Langkah proses analisis.



Gambar 11 Langkah Regresi 1.

- Dari hasil output model regresi 1, Variabel IQ dan Status Sosial Ekonomi berpengaruh secara langsung dan signifikan terhadap variabel Motivasi karena nilai sig nya kurang dari 5%
- Besarnya nilai R square 0,973 menunjukkan bahwa kontribusi atau sumbangan pengaruh variabel IQ dan Status Sosial Ekonomi terhadap variabel Motivasi adalah sebesar 97,3%
- Pengaruh error dari model 1 yaitu $e_1 = \sqrt{1 - R_1^2} = \sqrt{1 - 0,973} = 0,2756$

viii. Koefisien jalur path 1 (Gambar (15))

Regression

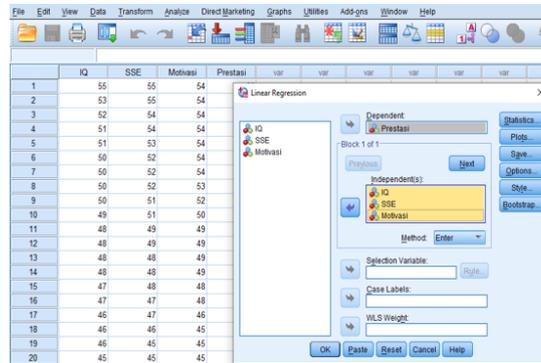
Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.961 ^a	.924	.915	1.007

a. Predictors: (Constant), SSE, IQ

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1.924	4.983		.386	.704
	IQ	1.218	.325	.1164	3.747	.037
	SSE	1.180	.258	.1118	4.576	.000

a. Dependent Variable: Motivasi

Gambar 12 Output Regresi 1.



Gambar 13 Langkah Regresi 2.

Regression

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.986 ^a	.973	.968	.657

a. Predictors: (Constant), Motivasi, IQ, SSE

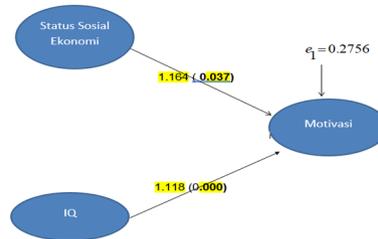
Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-3.437	3.263		-1.053	.308
	IQ	.844	.215	.798	2.530	.003
	SSE	.918	.251	.818	3.653	.002
	Motivasi	.791	.158	.774	5.006	.001

a. Dependent Variable: Prestasi

Gambar 14 Output Regresi 2.

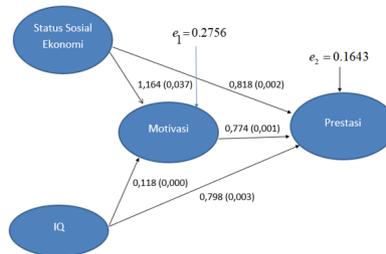
ix. Interpretasi regresi 2

- Dari hasil output model regresi 2 dihasilkan variabel IQ, Status Sosial Ekonomi dan Motivasi berpengaruh secara langsung dan signifikan terhadap variabel Prestasi karena nilai sig nya kurang dari 5%
- Besarnya nilai R square 0,973 menunjukkan bahwa kontribusi atau sumbangan pengaruh variabel IQ, Status Sosial Ekonomi dan Motivasi terhadap variabel Prestasi adalah sebesar 97,3%
- Pengaruh error dari model 2 yaitu $e_2 = \sqrt{1 - R_2^2} = \sqrt{1 - 0,973} = 0,1643$



Gambar 15 Koefisien jalur path 1.

x. Koefisien Jalur Path 2 (Gambar (16))



Gambar 16 Koefisien jalur path 2.

(i) Hasil dan Pembahasan

- (1) Analisis pengaruh IQ terhadap Motivasi: Ada pengaruh langsung IQ terhadap Motivasi (sig value $0,000 < 0,005$)
- (2) Analisis pengaruh SSE terhadap Motivasi: Ada pengaruh langsung SSE terhadap Motivasi (sig value $0,037 < 0,005$)
- (3) Analisis pengaruh IQ terhadap Prestasi: Ada pengaruh langsung IQ terhadap Prestasi (sig value $0,003 < 0,005$)
- (4) Analisis pengaruh SSE terhadap Prestasi: Ada pengaruh langsung SSE terhadap Prestasi (sig value $0,002 < 0,005$)
- (5) Analisis pengaruh Motivasi terhadap Prestasi: Ada pengaruh langsung Motivasi terhadap Prestasi (sig value $0,001 < 0,005$)
- (6) Analisis Pengaruh IQ terhadap Prestasi melalui Motivasi:
 - Pengaruh Langsung IQ terhadap Prestasi 0,798
 - Pengaruh Tidak Langsung IQ terhadap Prestasi melalui Motivasi $0,118 \times 0,774 = 0,091$
 - Pengaruh Total $0,798 + 0,091 = 0,889$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, Pengaruh langsung 0,798 lebih besar dari Pengaruh tidak langsung 0,091 yang berarti ada pengaruh langsung IQ terhadap Prestasi secara signifikan.

(7) Analisis Pengaruh SSE terhadap Prestasi melalui Motivasi :

- Pengaruh Langsung SSE terhadap Prestasi 0,818
- Pengaruh Tidak Langsung SSE terhadap Prestasi melalui Motivasi $0,164 \times 0,774 = 0,127$

- Pengaruh Total $0,818 + 0,127 = 0,945$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, Pengaruh langsung 0,818 lebih besar dari Pengaruh tidak langsung 0,127 yang berarti ada pengaruh langsung.

4 | KESIMPULAN DAN KEBERLANJUTAN

Kegiatan pelatihan peningkatan kemampuan pengolahan data penelitian bagi dosen-dosen di Kabupaten Sumenep sudah dilaksanakan pada tanggal 24-25 September 2021 secara *hybrid*. Kegiatan pelatihan *offline* dilaksanakan di Kampus UNIJA, sedangkan peserta daring melalui *Zoom*. Kegiatan pelatihan ini dapat memberikan wawasan baru bagi dosen-dosen di Kabupaten Sumenep tentang jenis-jenis data, pengolahannya serta intepretasinya, peran statistika untuk *quality improvement*, tujuh alat statistika.

Pelatihan ini ditindaklanjuti melalui kegiatan pendampingan. Setelah mengikuti pelatihan dan meng-aplikasikan materi yang telah didapat, peserta diberi kesempatan berdiskusi dengan waktu yang disesuaikan dengan perjanjian antara tim pengabdian dari Statistika ITS dan para dosen di Sumenep, sehingga dapat menghasilkan proposal-proposal penelitian yang berkualitas. Kegiatan pengabdian masyarakat berikutnya diharapkan dapat dilanjutkan dengan pemberian pelatihan berupa pemanfaatan metode Statistika untuk Pelatihan Tindakan Kelas (PTK) bagi para pendidik di Kabupaten Sumenep.

5 | LAMPIRAN



Gambar 17 Kegiatan koordinasi awal.

6 | UCAPAN TERIMA KASIH

Kegiatan pengabdian ini terselenggara atas dukungan Dana Departemen ITS tahun 2021 yang diberikan melalui program pengabdian kepada masyarakat dari Direktorat Riset dan Pengabdian kepada Masyarakat (DRPM) ITS.

Referensi

1. Bhattacharyya GK, Johnson RA. Statistical concepts and methods; 1979.
2. Johnson RA, Bhattacharyya GK. Statistics: principles and methods. John Wiley & Sons; 2019.
3. Pedhazur EJ, Schmelkin LP. Measurement, design, and analysis: An integrated approach. Psychology Press; 2013.

4. Walpole RE, Myers RH, Myers SL, Ye K. Probability and statistics for engineers and scientists, vol. 5. Macmillan New York; 1993.
5. Montgomery DC, Peck EA, Vining GG. Introduction to linear regression analysis. John Wiley & Sons; 2021.
6. Hair JF. Multivariate data analysis 2009;.
7. Chin WW. How to write up and report PLS analyses. In: Handbook of Partial Least Squares Springer; 2010.p. 655–690.
8. Vinzi VE, Chin WW, Henseler J, Wang H, et al. Handbook of Partial Least Squares, vol. 201. Springer; 2010.
9. Chin WW, et al. The partial least squares approach to structural equation modeling. Modern Methods for Business Research 1998;295(2):295–336.
10. Ghazali I. Structural equation modeling, metode alternatif dengan partial least square. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponogoro 2008;.
11. Fornell C, Larcker DF. Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. Journal of Marketing Research 1981;18(1):39–50.

Cara mengutip artikel ini: Suharsono, A., Mashuri, M., Khusna, H., Wibawati, Ahsan M., (2022), Peningkatan Kemampuan Pengolahan Data Penelitian Bagi Dosen-Dosen di Kabupaten Sumenep, *Sewagati*, 6(6):762–782, <https://doi.org/10.12962/j26139960.v6i6.416>.