

Pengantar STATISTIKA

Buku ini di susun secara lengkap dengan tujuan untuk memudahkan para pembaca memahami isi buku ini. Buku ini membahas tentang Konsep Dasar Statistika, Perkembangan Teori Statistika, Jenis Model Statistika, Obyek Statistic, Elemen Dan Variabel Statistic, Variabel Statistic, Skala Pengukuran, Pengelompokan Data, Probability, Random Variable, Sampling, Regression, Tes Statistic, Implementasi Software SPSS, Implementasi Software PLS.



PT Mafy Media Literasi Indonesia
ANGGOTA IKAPI (041/SBA/2023)
Email: penerbitmafya@gmail.com
Website: penerbitmafya.com



Andi Asari, dkk.

PENGANTAR STATISTIKA

Editor:
Andi Asari, M.A.

Pengantar STATISTIKA

Andi Asari, Zulkarnaini, Hartatik,
Ahmad Choirul Anam, Suparto,
Jacomina Vonny Litamahuputty,
Fathan Mubina Dewadi, Dyah Rini Prihastuty,
Maswar, Wara Alfa SyukriHa,
Nanti Sari Murni, Tatan Sukwika

PENGANTAR STATISTIKA

UU No 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Pembatasan Pelindungan Pasal 26

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- i. penggunaan kutipan singkat ciptaan dan/atau produk hak terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
- ii. penggandaan ciptaan dan/atau produk hak terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- iii. penggandaan ciptaan dan/atau produk hak terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan fonogram yang telah dilakukan pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- iv. penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu ciptaan dan/atau produk hak terkait dapat digunakan tanpa izin pelaku pertunjukan, produser fonogram, atau lembaga penyiaran.

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

1. Setiap orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

PENGANTAR STATISTIKA

Andi Asari, Zulkarnaini, Hartatik,
Ahmad Choirul Anam, Suparto,
Jacomina Vonny Litamahuputty,
Fathan Mubina Dewadi, Dyah Rini Prihastuty,
Maswar, Wara Alfa Syukrilla,
Nanti Sari Murni, Tatan Sukwika



PENGANTAR STATISTIKA

Penulis:

Andi Asari, Zulkarnaini, Hartatik, Ahmad Choirul Anam, Suparto, Jacomina Vonny Litamahuputty, Fathan Mubina Dewadi, Dyah Rini Prihastuty, Maswar, Wara Alfa Syukrilla, Nanti Sari Murni, Tatan Sukwika

Editor: **Andi Asari, M.A.**

Desainer: **Tim Mafy**

Sumber Gambar Cover: **www.freepik.com**

Ukuran:

viii, 196 hlm., 15,5 cm x 23 cm

ISBN:

978-623-09-3634-0

Cetakan Pertama:

Juni 2023

Hak Cipta Dilindungi oleh Undang-undang. Dilarang menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari Penerbit.

PT MAFY MEDIA LITERASI INDONESIA

ANGGOTA IKAPI (041/SBA/2023)

Kota Solok, Sumatera Barat, Kode Pos 27312

Kontak: 081374311814

Website: www.penerbitmafy.com

E-mail: penerbitmafy@gmail.com

DAFTAR ISI

PRAKATA	vii
BAB I KONSEP DASAR STATISTIKA	1
BAB II OBYEK STATISTIK	11
BAB III ELEMEN STATISTIK.....	29
BAB IV VARIABEL STATISTIK	41
BAB V SKALA PENGUKURAN.....	53
BAB VI PROBABILITAS	65
BAB VII RANDOM VARIABLE.....	87
BAB VIII SAMPLING	98
BAB IX TEKNIK ANALISIS REGRESI	113
BAB X TES STATISTIK	135
BAB XI IMPLEMENTASI SOFTWARE SPSS	151
BAB XII IMPLEMENTASI SOFTWARE PARTIAL LEAST SQUARE (PLS)	163
BIODATA PENULIS	187

PRAKATA

Segala puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan yang maha Esa, karena atas pertolongan dan limpahan rahmatnya sehingga penulis bisa menyelesaikan buku yang berjudul Pengantar Statistika. Buku ini di susun secara lengkap dengan tujuan untuk memudahkan para pembaca memahami isi buku ini. Buku ini membahas tentang Konsep Dasar Statistika, Perkembangan Teori Statistika, Jenis Model Statistika, Obyek Statistic, Elemen Dan Variabel Statistic, Variabel Statistic, Skala Pengukuran, Pengelompokan Data, Probability, Random Variable, Sampling, Regression, Tes Statistic, Implementasi Software SPSS, Implementasi Software PLS.

Kami menyadari bahwa buku yang ada ditangan pembaca ini masih banyak kekurangan. Maka dari itu kami sangat mengharapkan saran untuk perbaikan buku ini di masa yang akan datang. Dan tidak lupa kami mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses penerbitan buku ini. Semoga buku ini dapat membawa manfaat dan dampak positif bagi para pembaca.

Tim Penulis, 12 Mei 2023

BAB I

KONSEP DASAR STATISTIKA

Oleh Andi Asari

A. Pendahuluan

Statistika sudah ada sejak adanya peradaban manusia. Sebelum Masehi, negara-negara seperti Mesopotamia (Babel), Mesir, dan Cina mengumpulkan statistik untuk memperkirakan berapa banyak pajak yang harus dibayar setiap orang, berapa banyak hasil pertanian yang dapat dihasilkannya, dan sebagainya. Sepanjang Abad Pertengahan, institusi gereja menggunakan statistika untuk melacak pernikahan, kelahiran, dan kematian (Nuryadi et al., 2017).

Statistika dimulai dengan pengumpulan dan penyajian data dan berkembang pesat dengan penemuan teori probabilitas dan teori keputusan, yang penting dalam kehidupan sehari-hari dan menjadikannya valid di semua bidang, termasuk manajemen, teknik, Ekonomi, Ilmu Politik, dan Ilmu Sosial. Statistika memasuki bidang pengambilan keputusan pada 1950-an melalui generalisasi dan prediksi variabel risiko dan ketidakpastian.

Statistik memiliki kelebihan dan berhubungan langsung dengan banyak aspek kehidupan manusia. Jadi apa sebenarnya arti statistika ini? Perbedaan harus dibuat antara statistika dan istilah statistik. Kumpulan angka yang terdiri lebih dari satu angka disebut statistik. Sebaliknya, statistika adalah ilmu mengumpulkan, mengatur, menyajikan, menganalisis, dan menafsirkan data untuk menghasilkan informasi yang dapat digunakan untuk membuat keputusan yang tepat. Proses mengumpulkan, memproses, menyajikan, menganalisis, dan menafsirkan data numerik juga dapat disebut statistika (Arifin, 2014).

B. Konsep Dasar Statistika

Mengapa Anda perlu mempelajari statistika? Statistika dapat digunakan untuk membuat keputusan yang baik di berbagai bidang kehidupan. Karena setidaknya ada dua keuntungan signifikan mempelajari statistika. Pertama, statistik membekali individu dengan pengetahuan dan keterampilan yang dibutuhkan untuk mengevaluasi data. Data dapat diterima, dipertanyakan atau bahkan ditolak (kebenaran atau keabsahannya) dengan pengetahuan statistika. Alasan kedua adalah jurusan ilmu sosial akan menganggap statistika berguna dalam pekerjaan mereka di masa depan. Anda harus dapat melakukan tugas-tugas seperti menguraikan karakteristik unit analisis penelitian (individu atau kelompok individu atau organisasi), menafsirkan hasil survei atau statistika, menerapkan metode analisis statistika untuk membuat kesimpulan, menyiapkan studi berdasarkan statistika analisis di bidang kerja yang terkait dengan laporan ilmu-ilmu sosial.

Tentu saja, kerja lapangan dalam ilmu sosial bukanlah satu-satunya bidang di mana statistika dapat berperan atau digunakan. Ilmu alam, biologi, dunia bisnis, dan industri semuanya sangat bergantung pada statistika. Peneliti dalam ilmu sosial dan alam menggunakan statistika setidaknya untuk tiga hal: pengumpulan data (melalui survei atau eksperimen), pengujian hipotesis, dan pengembangan teori. Data sampel digunakan untuk meramalkan penjualan dan keuntungan, memantau kualitas produksi, dan meramalkan penjualan dan keuntungan komersial dan industri.

1. Pengertian Statistika

- a. Webster's New Collegiate Dictionary mendefinisikan statistika sebagai "cabang matematika yang berkaitan dengan pengumpulan, analisis, interpretasi, dan penyajian semua jenis data numerik.

b. Menurut Kendal dan Stuart (1977), "Statistik adalah bagian dari metode ilmiah yang melibatkan pengumpulan data yang diperoleh dengan perhitungan atau pengukuran karakteristik populasi".

Secara umum, statistika dapat didefinisikan sebagai teori informasi yang ditujukan untuk menarik kesimpulan. Tujuan statistika adalah menarik kesimpulan tentang wilayah yang lebih luas (disebut populasi) dari data yang ada dalam sampel kecil (disebut sampel) yang diambil dari populasi tersebut.

Teori statistika adalah jenis teori informasi yang melibatkan memperoleh informasi, merancang eksperimen atau teknik untuk mendapatkan data dengan biaya rendah dari jumlah data yang terbatas, dan menggunakan informasi ini untuk menarik kesimpulan. Menarik kesimpulan tentang populasi yang tidak diketahui memerlukan dua langkah. Pertama, mengidentifikasi prosedur penalaran yang tepat untuk situasi yang ada; kedua, mencari ukuran yang tepat dari kesimpulan yang ditarik (Tirta, 2012).

Studi tentang proses pengambilan keputusan pada sampel data kecil untuk menerapkan temuan ini ke seluruh populasi dikenal sebagai statistika. Sebagai bagian dari proses ini, data disusun, dirangkum, disajikan dan hipotesis diuji.

2. Cakupan Statistika

Karena cakupannya yang luas, statistik dibagi menjadi dua kategori besar: yang pertama berdasarkan aktivitas yang dilakukan dan yang kedua berdasarkan metodenya.

- a. Berdasarkan apa yang dilakukan:
- 1) Statistika Deskriptif: membahas cara memperoleh data yang menarik, berguna, dan mudah dipahami dengan mengumpulkan data, mengurangi jumlah pengamatan, dan mengukur konsentrasi dan distribusi. Dengan kata lain, statistik deskriptif adalah deskripsi dari data yang dikumpulkan. Tujuan dari statistik deskriptif adalah untuk mendeskripsikan atau memberikan gambaran tentang subjek penelitian: secara ringkas, bukan untuk menyimpulkan atau berspekulasi. Dalam statistik deskriptif ini, data dapat disajikan dalam bentuk tabel distribusi, grafik, bagan, atau narasi di mana rata-rata, modus, median, rentang, dan standar deviasi dihitung.
 - 2) Statistika Inferensial: Bagaimana mengevaluasi data dan menarik kesimpulan (berkaitan dengan pengujian hipotesis dan estimasi parameter). Pengukuran inferensial melibatkan investigasi sepotong informasi untuk memperkirakan atau menarik kesimpulan tentang keseluruhan informasi. Tujuan statistik induktif atau inferensial adalah untuk menarik kesimpulan. Asumsi dibuat berdasarkan statistik deskriptif sebelum menarik kesimpulan.
- b. Berbasis metode
- 1) Statistika Parametrik: Bagian dari statistik inferensial yang memperhitungkan nilai dari satu atau lebih parameter populasi, seperti rata-rata aritmatika, standar deviasi, dan korelasi. Parameter meliputi mempertimbangkan nilai populasi, menggunakan skala rentang terkecil untuk data, menggunakan variabel kontinu, dan

menggunakan data dengan distribusi normal. Contoh dari statistika parametrik meliputi: korelasi Pearson, uji-t, dan uji-z.

- 2) Statistik nonparametrik: Subhimpunan statistik inferensial di mana satu atau lebih parameter populasi diabaikan. Data pada skala nominal atau ordinal, variabel diskrit, dan menggunakan sampel yang relatif kecil (kurang dari 30) merupakan contoh data nonparametrik. Uji Wilcoxon, uji Spearman, dan uji chi-square adalah contoh statistik nonparametrik (Prasetyo, 2018).

3. Variabel Statistika

Variabel dapat dipahami sebagai sifat dari sekumpulan objek yang dipelajari dengan memvariasikan setiap objek. Artinya, suatu konsep yang memiliki nilai variabel adalah “variabel”. Kategori adalah perubahan nilai suatu variabel. Mari kita ambil model terlampir: Pendidikan adalah kategori (variabel) dengan nilai tinggi, sedang, dan rendah. Jenis kelamin adalah contoh lain, dengan kategori untuk laki-laki dan perempuan. Masih banyak contoh variabel di sekitar kita, dari yang paling sederhana sampai yang paling kompleks. Misalnya, saat mencoba mengklasifikasikan statistik, kita mungkin mengklasifikasikan variabel menggunakan berbagai metode klasifikasi (Prasetyo, 2018).

- a. Klasifikasi pertama didasarkan pada keumuman nilai yang diperoleh.
 - 1) Variabel yang besarnya dapat menjangkau semua nilai antara dua titik disebut variabel kontinu. Di antara dua titik, nilainya bisa berupa bilangan bulat atau pecahan. Perubahan indeks prestasi kumulatif (IPK) contoh lain; 2,75; 3,25;.

- 2) Variabel yang besarnya tidak dapat menempati semua nilai disebut variabel diskrit. Nilai bilangan diskrit selalu bilangan bulat. Contoh: Ada 10, 15, 20 pelamar untuk kelas bimbingan belajar online.
- b. Nilai yang diperoleh berbentuk angka atau bukan angka.
 - 1) Variabel yang nilainya berfluktuasi secara numerik disebut variabel kuantitatif. Umur adalah contoh variabel kuantitatif dengan kemungkinan nilai 18, 26, dst.
 - 2) Variabel kualitatif adalah variabel yang perubahan nilainya tidak dinyatakan secara numerik. Jenis kelamin adalah contoh variabel kualitatif dengan nilai laki-laki dan perempuan yang berbeda.

C. Jenis Data Statistika

Informasi atau kumpulan informasi yang dikumpulkan melalui observasi disebut data. Ada beberapa jenis data, antara lain. (Nuryadi et al., 2017)

1. Jenis data menurut waktu pengumpulannya adalah sebagai berikut:
 - a. Data cross-sectional adalah data yang menunjukkan periode waktu tertentu. Misalnya per 31 Desember 2022, laju pertumbuhan ekonomi Kota Malang adalah
 - b. Time Series atau Data Periodik adalah data yang isinya menggambarkan sesuatu secara periodik atau dalam kurun waktu tertentu. Data tentang nilai tukar rupiah terhadap dolar antara tahun 2017 dan 2022 adalah contoh data deret waktu.
2. Berdasarkan dari sumber data
 - a. Data Internal merupakan informasi tentang kondisi dan situasi dalam suatu organisasi. Misalnya: data produk, data keuangan, dan data karyawan.

- b. Data Eksternal adalah informasi tentang apa yang terjadi di luar organisasi. Misalnya, jumlah pelanggan yang menggunakan item produk kosmetik wardah.
- 3. Tipe data berdasarkan metode
 - a. Data primer diambil langsung dari individu atau kelompok yang mempelajari subjek. Contoh: Wawancara tatap muka dengan mahasiswa tentang rencana mereka untuk menjadi pengusaha.
 - b. Data sekunder adalah informasi yang diperoleh secara tidak langsung dari subyek penelitian. Peneliti menggunakan berbagai metode komersial dan non-komersial untuk mendapatkan data yang tersedia yang dikumpulkan oleh pihak ketiga. Misalnya, peneliti menggunakan statistik hasil penelitian yang dipublikasikan di jurnal atau artikel.
- 4. Data dikategorikan menurut jenisnya
 - a. Data Kuantitatif. Data yang disajikan dalam bentuk numerik disebut data kuantitatif. Contohnya termasuk pendapatan masyarakat dan tingkat kelahiran.
 - b. Data kualitatif adalah informasi yang disajikan dengan kata-kata yang bermakna. Ambil contoh, persepsi siswa tentang literasi keuangan dan literasi ekonomi.

D. Skala Pengukuran

Rasio ini dapat dilihat sebagai perbandingan antara item dari kategori nilai yang berbeda. Oleh karena itu, skala disini mengacu pada variabel. Pada saat yang sama, kita dapat menggunakan pengukuran sebagai dasar metode ilmiah apa pun. Skala dapat kita anggap sebagai salah satu bentuk akord yang berfungsi sebagai acuan untuk menentukan nilai alat ukur, sehingga ketika kita menggunakan alat ukur selalu menghasilkan data yang sama baik menurut definisi skala maupun alat ukur. Ada empat skala yang diterima secara umum dalam statistik: skala nominal, ordinal,

interval, dan rasio. Skala pengukuran penting karena menentukan uji statistik mana yang digunakan (Nuryadi et al., 2017; Prasetyo, 2018).

1. Skala nominal adalah skala terikat variabel yang hanya dapat digunakan untuk membedakan satu jenis dari jenis lainnya. Kita tidak dapat mengatakan bahwa satu kategori lebih baik dari yang lain, atau satu kategori lebih unggul dari yang lain, karena keduanya berbeda. Oleh karena itu, untuk data kualitatif, skala nominal ini seringkali bervariasi. Misalnya, data tentang barang buatan mesin dapat diklasifikasikan sebagai cacat atau tidak cacat. Jumlah produk yang cacat adalah 0, dan jumlah produk yang tidak cacat adalah 1. Data 1 tidak berarti signifikansinya lebih besar dari 0. Data 1 hanya menunjukkan simbol untuk barang yang tidak rusak. Angka-angka pada skala nominal hanya digunakan sebagai simbol pembeda; prinsip-prinsip aritmatika tidak berlaku untuk angka-angka ini dan tidak dapat ditambahkan, dikurangi, dikalikan atau dibagi. Angka yang digunakan dalam tabel nominal hanya digunakan sebagai kode untuk angka yang berbeda makna.
2. Skala ordinal adalah skala yang berhubungan dengan suatu variabel. Kategori tersebut tidak hanya menjelaskan perbedaan, tetapi juga berbagai tingkatan. Jadi, dalam skala ordinal, kita dapat menunjukkan bahwa satu kelas lebih baik dari yang lain, atau satu kelas lebih unggul dari yang lain, dan tentu saja ini diperhitungkan, menunjukkan bahwa satu kelas berbeda dari yang lain. Dengan kata lain, skala ordinal menggabungkan ciri-ciri skala nominal. Pendapatan adalah contoh variabel skala ordinal, yang berisi kategori tinggi, sedang, dan rendah. Keunikan tersebut karena angka yang digunakan pada skala nominal dan ordinal berperan sebagai kode yang memiliki arti berbeda dengan angka.

3. Skala interval menggabungkan semua sifat skala pengukuran nominal atau ordinal ditambah satu fitur tambahan. Dengan menggunakan skala interval, selain untuk membedakan dan mengatur data, Anda juga dapat mengukur secara kuantitatif perbedaan (jarak/interval) antara satu data dengan data lainnya. Dengan kata lain, skala interval menggabungkan sifat skala nominal dan ordinal. IPK mahasiswa pada rentang 2.00-2.75, 2.76-3.50, atau 3.51-4.00 merupakan contoh variabel skala rentang.
4. Skala rasio adalah skala variabel yang selain menyatakan perbedaan, juga dapat menyatakan tingkat, rentang nilai, dan perbandingan yang berbeda. Nilainya serupa karena semuanya memiliki nol mutlak, yang berarti semua angka dimulai dari posisi yang sama. Jadi pada skala rasio, kita dapat menunjukkan bahwa satu kelas lebih baik dari yang lain, atau satu kelas lebih tinggi dari yang lain, bahwa satu kelas berbeda dari yang lain, tetapi kita juga dapat menunjukkan bahwa suatu kelas memiliki rentang nilai, kategori lain memiliki kumpulan nilai yang bervariasi. Dengan kata lain, skala proporsional menggabungkan ciri-ciri skala nominal, ordinal, dan interval. Jumlah uang saku siswa dalam kategori 500.000, 1-1,5 juta, dan 2 juta adalah contoh variabel pada skala rasio.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, M. H. (2014). Konsep-konsep Dasar Statistika. *Pengantar Statistik Sosial*, 1-45.
<http://repository.ut.ac.id/4315/1/ISIP4215-M1.pdf>
- Nuryadi, Astuti, T. D., Utami, E. S., & Budiantara, M. (2017). *Buku Ajar Dasar-dasar Statistik Penelitian*.
- Prasetyo, B. (2018). *Pengantar Statistik Sosial*. Penerbit Universitas Terbuka. Banten, 1-25.
- Tirta, I. (2012). *Analisis Data dan Grafik dengan R*.

BAB II

OBJEK STATISTIK

Oleh Zulkarnaini

A. Pendahuluan

Objek statistik sangat penting karena merupakan dasar dari analisis statistik. Melalui objek statistik ini, kita dapat membuat kesimpulan dan prediksi tentang populasi yang lebih besar. Tidak hanya itu, memahami karakteristik dan variabilitas dalam data juga memerlukan objek statistik. Selain itu, dalam pengambilan keputusan, pemahaman tentang objek statistik secara tepat hal yang sangat penting. Artinya, dengan memahami objek statistik, kita dapat mengambil keputusan yang lebih akurat dan efektif berdasarkan data yang tersedia.

Sementara, contoh objek statistik yang umum digunakan adalah rerata, median, modus, varians, dan standar deviasi. Selain itu, contoh objek statistik yang tak kalah penting lainnya adalah berupa data numerik, seperti jumlah atau persentase, atau data kategorikal, misalnya jenis kelamin atau warna mata. Sebenarnya, kehadiran contoh objek statistik ini memudahkan kita untuk dapat mengukur atau menghitung dalam suatu populasi atau sampel yang ingin dipelajari.

Pembahasan berikutnya akan kita perdalam dalam bentuk uraian yang lebih sederhana terkait rerata, median, modus, varians, standar deviasi, data numerik, seperti jumlah atau persentase, atau data kategorikal sehingga dapat dengan mudah dibaca atau dipahami terutama bagi mahasiswa dan peneliti pemula.

B. Rerata

Rerata merupakan titik berat dari seperangkat data atau observasi sensitif terhadap nilai ekstrim. Ahli lain juga menjelaskan bahwa rerata adalah nilai rata-rata dari suatu populasi atau sampel. Sementara, populasi adalah seluruh objek yang menjadi sasaran penelitian atau pengamatan dan memiliki sifat-sifat yang sama. Sedangkan, sampel adalah bagian dari populasi yang diambil untuk dijadikan objek pengamatan langsung dan dijadikan dasar dalam pengambilan kesimpulan. Dengan kata lain, populasi adalah himpunan keseluruhan objek yang diteliti, sedangkan sampel adalah bagian yang di ambil dari populasi.

Berikut penulis memberikan contoh terkait populasi dan sampel. Misalnya, untuk mengetahui prestasi matematika SMP kelas IX di provinsi Daerah Istimewa Aceh. Contoh sampelnya adalah : siswa SMP kelas IX dari beberapa sekolah; dicatat prestasi dari beberapa sekolah di masing-masing Kabupaten (Aceh Timur, Aceh Utara, Pidie Jaya, Banda Aceh, dan Aceh Selatan serta beberapa Kabupaten/Kota lainnya). Sementara, contoh populasi: seluruh siswa SMP kelas IX di provinsi Daerah Istimewa Aceh (Nuryadi et al., 2017).

Sementara itu, berdasarkan materi Mata Kuliah & Studi Pendidikan Matematika Sekolah Tinggi Keguruan dan Ilmu Pendidikan Surya oleh Rully Charitas Indra Prahmana (2012) dikatakan bahwa rata-rata atau ukuran pemusatan data dapat digolongkan dalam beberapa macam, berupa mean aritmatika, mean aritmatika terbobot, mean aritmatika dari data berdaftar distribusi frekuensi, cara sandi, mean geometric (G), mean harmonik (H), dan hubungan antara G, H dan \bar{X} . Salah satu persamaan rata-rata atau ukuran pemusatan data dari mean aritmatika dari N data tunggal yaitu $X_1, X_2, X_3, \dots, X_N$ dinotasikan \bar{X} dibaca (X bar) dan didefinisikan:

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_N}{N} = \frac{\sum_{j=1}^N X_j}{N} \dots\dots\dots (4.1)$$

Keterangan:

\bar{X} = Rata-rata

X_j = Data ke- j dengan $j = 1, 2, 3, \dots, N$

Sedangkan, hubungan G, H dan \bar{X} dapat ditulis sebagai berikut:

$$H \leq G \leq \bar{X} \dots\dots\dots (4.2)$$

Menurut Gunawan (2015) menjelaskan bahwa rerata adalah nilai rata-rata dari data-data yang ada, disimbolkan dengan μ (baca miu) atau \bar{X} (baca: X bar), terdiri dari:

a. Mean data tunggal

Rata-rata data tunggal dirumuskan dengan:

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{n} \dots\dots\dots (4.3)$$

Keterangan:

\bar{X} = mean (rata-rata hitung)

X_i = data ke-i

n = jumlah data

Contoh: Hitunglah rata-rata nilai dari data berikut.

7 6 5 8 6

Jawab:

$X = 7, 6, 5, 8, 6$

$n = 5$

$$\bar{X} = \frac{7+6+5+8+6}{5} = \frac{32}{5} = 6,4$$

Dengan menggunakan program *Excel-Microsoft Office*: perhitungan semacam ini lebih mudah, yaitu dengan menggunakan fungsi *average*.

b. Mean data berkelompok

Rumus rata-rata untuk data berkelompok adalah:

$$\bar{X} = \frac{\sum fx}{\sum f} \dots\dots\dots (4.4)$$

Tentukan rata-rata hitung dari tabel berikut

Interval	Nilai Tengah (X)	Frekuensi (f)	f.X
65 - 67	66	3	198
68 - 70	69	6	414
71 - 73	72	12	864
74 - 76	75	13	975
77 - 79	78	4	312
80 - 82	81	2	162
Jumlah		40	2925

Jawab:

$$\bar{X} = \frac{\sum fx}{\sum f} = \frac{2.925}{40} = 73,125$$

Untuk lebih memudahkan dalam perhitungan, disarankan untuk menggunakan saja program *excel*.

C. Median

Berdasarkan materi (Mata Kuliah & Studi Pendidikan Matematika Sekolah Tinggi Keguruan dan Ilmu Pendidikan Surya oleh Rully Charitas Indra Prahmana (2012) median menentukan letak data setelah data itu disusun menurut urutan nilainya. Median dari sekumpulan data adalah data tengah setelah seluruh data disusun dari yang terkecil sampai yang terbesar dari seluruh data yang diberikan. Hal yang senada juga dikatakan oleh Nuryadi *et al.*, (2017) median merupakan nilai tengah dari sekelompok data yang nilai tiap observasi telah disusun dari yang terkecil ke terbesar. Tidak sensitif terhadap nilai ekstrim. Median digunakan untuk mengukur pemusatan kalau distribusi mencong (*skewed*) secara jelas.

1. Median dari data tunggal

- Median data tunggal dengan banyak data ganjil

Misal, $X_1, X_2, \dots, X_n, \dots, X_{2n-1}$ $n = \text{bilangan bulat.}$

$$Me = X^n \dots \dots \dots (4.5)$$

Contoh:

Median dari 3, 7, 6, 5, 4, 3, 3, 2, 5 adalah

2, 3, 3, 3, 4, 5, 5, 6, 7 Me = 4

• Median data tunggal dengan banyak data genap

Misal $X_1, X_2, \dots, X_n, X_{n+1}, \dots, X_{2n}$ n =
bilangan bulat

$$Me = \frac{X_n + X_{n+1}}{2} \dots\dots\dots (4.6)$$

Contoh:

Median dari 2, 3, 7, 5, 6, 4, 3, 2 adalah

$$Me = \frac{3+4}{2} = 3,5$$

2, 2, 3, 3, 4, 5, 6, 7

2. Median dari data berdistribusi frekuensi

$$Me = L1 + d \left(\frac{\frac{N}{2} - \sum F}{f_{median}} \right) \dots\dots\dots (4.7)$$

Keterangan:

Me = Median

d = lebar interval kelas

$\sum F$ = Jumlah frekuensi sebelum interval kelas median median

f_{median} = frekuensi kelas median

L_1 = Batas bawah kelas median

N = banyak data (Rully, 2012)

Sementara, dalam buku Gunawan (2015) Median adalah nilai tengah dari data yang ada setelah diurutkan.

1. Median data tunggal

Median data tunggal bisa dicari dengan cara sebagai berikut.

- Jika jumlah data ganjil, mediannya adalah data yang berada paling tengah

$$Me = \frac{X_n}{2} \dots\dots\dots$$

(4.8)

- Jika jumlah datanya genap, mediannya adalah hasil bagi jumlah dua data yang berada di tengah.

$$Me = \frac{\frac{X_n}{2} + \frac{X_{n+2}}{2}}{2} \dots\dots\dots (4.9)$$

$$\text{Atau } Me = \frac{1}{2} (n + 1) \dots\dots\dots (4.10)$$

Contoh:

Tentukan median dari data berikut!

- 1) 4,3,2,6,7,5,8
- 2) 11,5,7,4,8,14,9,12

Jawab:

- 1) Urutan data: 2,3,4,5,6,7,8 (jumlah data ganjil)

$$Me = \frac{1}{2} (n + 1) = \frac{1}{2} (8) = 4$$

Mediannya adalah X (data) ke-4 yaitu 5.

- 2) Urutan data: 4,5,7,8,9,11,12,14 (jumlah data genap)

$$Me = \frac{8+9}{2} = 8,5$$

2. Median data berkelompok

Rumus median data berkelompok adalah:

$$Me = B + \frac{\frac{1}{2}n - (\sum f_n)_o}{f_{Me}} \cdot C \dots\dots\dots (4.11)$$

Keterangan:

Me = median

B = tepi bawah kelas median

$(\sum f_n)_o$ = jumlah frekuensi kelas-kelas sebelum kelas median

C = panjang interval kelas

D. Modus (Mode)

Nuryadi *et al.*, (2017) pada halaman 53 menjelaskan bahwa modus merupakan nilai yang paling sering muncul (frekuensi terbesar) dari seperangkat data atau observasi. Hal ini mencerminkan yang paling tipikal atau kasus yang

paling umum. Kalau kita ingin segera mengetahui nilai pemusatan, maka kita menghitung modus. Seperangkat data dapat saja tidak memiliki modus, tetapi sebaliknya dapat pula memiliki beberapa modus. Kalau satu modus saja disebut unimodal, dua modus disebut bimodal dan kalau tanpa modus disebut nonmodal. Sementara Gunawan, (2015) hal. 23 dikatakan modus atau lebih sering disingkat dengan M_o adalah nilai yang paling sering muncul dalam data. sedangkan, menurut Rully (2012) hal. 46 dijelaskan bahwa modus dari sekumpulan data adalah data yang paling sering muncul atau mempunyai frekuensi tertinggi.

Berikut akan ditampilkan beberapa contoh terkait dengan modus dari data tunggal. Dari data berikut: 2, 2, 5, 7, 9, 9, 9, 10, 10, 11, 12, dan 18, memiliki modus 9 atau disebut *uni modal*.

1, 1, 1, 1 dan 1, memiliki modus 1.

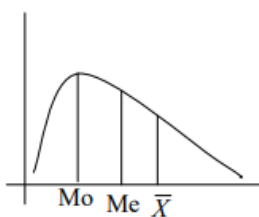
3, 5, 8, 10, 12, 15, dan 16 tidak memiliki modus.

2, 3, 4, 4, 4, 5, 5, 7, 7, 7, dan 9 memiliki 2 modus, yaitu 4 dan 7, atau disebut juga *bimodal*.

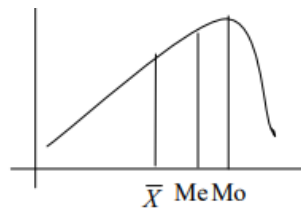
Tidak hanya modus dari data tunggal, tetapi juga ada modus dari data berdistribusi frekuensi dengan rumus yang berbeda juga. Sementara, hubungan antara mean, median dan modus adalah:

Mean - modus = 3 (mean - median)

Ketiga nilai tersebut dapat dilihat sebagai berikut:



Kurva Positif



Kurva negatif

E. Varians

Menurut Nuryadi *et al.*, (2017) Varians digunakan untuk melihat kehomogenan data secara kasar, dimana nilai hasil perhitungan varians sebagai titik pusat dari penyebaran data.

Contoh 1: Seorang guru matematika melakukan tes prestasi dengan membagi siswa dalam 3 kelompok, yaitu A, B, dan C. Dalam satu kelompok terdapat 5 siswa. Walaupun dibentuk kelompok namun untuk tes dikerjakan secara individu. Didapat hasil sebagai berikut :

KELOMPOK	NILAI					\bar{x}
A	50	50	50	50	50	50
B	60	40	50	55	45	50
C	30	70	90	10	50	50

1. Varians dan deviasi standar dari data yang belum dikelompokkan

Karl Pearson merumuskan pengukuran varians sebagai:

$$S^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \dots\dots\dots (4.12)$$

Standarisasi unit-unit pengukuran di atas dilakukan melalui proses pengakaran, dan dinamakan deviasi standar, sebagai berikut:

$$s = \sqrt{S^2} \\ = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \dots\dots\dots (4.13)$$

2. Varians dan deviasi standar dari data yang belum dikelompokkan

a. Rumus Fisher dan Wilks

Varians dari Fisher dan Wilks:

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \dots\dots\dots (4.14)$$

b. Deviasi standar dari Fisher dan Wilks:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^i (x_i - \bar{x})^2} \dots\dots\dots (4.15)$$

c. Varians dan deviasi standar populasi

Varians populasi:

$$\sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2 \dots\dots\dots (4.16)$$

d. Deviasi standar populasi:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2} \dots\dots\dots (4.17)$$

3. Varians dan deviasi standar dari data yang telah dikelompokkan

a. Varians dari data sampel yang telah dikelompokkan:

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^i (x_i - \bar{x})^2 \cdot f_i \dots\dots\dots (4.18)$$

b. Deviasi standar dari data sampel yang telah dikelompokkan:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^i (x_i - \bar{x})^2 \cdot f_i} \dots\dots\dots (4.19)$$

dimana:

x_i = titik tengah tiap-tiap kelas

f_i = jumlah frekuensi kelas

4. Variansi dan deviasi standar dengan cara transformasi

Beberapa catatan tentang varians dan deviasi standar dari data yang telah dikelompokkan

a. Koreksi Sheppard (Sheppard's Correction): Jika distribusi frekuensi simetris atau mendekati simetris, maka hasil rata-rata hitung yang diperoleh dari distribusi frekuensi tersebut kurang lebih sama dengan hasil rata-rata yang diperoleh dari data kasar (yang belum dikelompokkan).

b. Distribusi normal sebenarnya merupakan distribusi teoritis (mengikuti "hukum normal") karena pada

dasarnya gejala-gejala alami tidak seluruhnya bersifat normal.

Sementara Varians menurut Gunawan, (2015) adalah nilai tengah kuadrat simpangan dari nilai tengah atau simpangan rata-rata kuadrat. Untuk sampel, variansnya (variens sampel) dilambangkan dengan s^2 sedangkan untuk populasi disimbolkan dengan σ^2 (baca sigma). s^2 pada sampel adalah statistik untuk estimasi parameter σ^2 .

a. Varian Data Tunggal

Varians data tunggal dapat dicari dengan :

- 1) Metode biasa x Untuk sampel besar ($n > 30$)
- 2) Metode angka kasar

b. Varians data berkelompok

Varians data berkelompok dapat dicari dengan 3 metode yaitu: metode biasa, metode angka kasar, dan metode koding.

1) Metode Biasa

Untuk sampel besar ($n > 30$)

$$S^2 = \frac{\sum f(x-\bar{x})^2}{n} \dots\dots\dots (4.20)$$

Untuk sampel kecil ($n < 30$)

$$S^2 = \frac{\sum f(x-\bar{x})^2}{n-1} \dots\dots\dots (4.21)$$

2) Metode Angka Kasar

Untuk sampel besar ($n > 30$)

$$S^2 = \frac{\sum f^x}{n} - \left(\frac{\sum f^x}{n}\right)^2 \dots\dots\dots (4.22)$$

Untuk sampel kecil ($n < 30$)

$$S^2 = \frac{\sum f^x}{n-1} - \frac{(\sum f^x)^2}{n(n-1)} \dots\dots\dots (4.23)$$

3) Metode Coding

Untuk sampel besar ($n > 30$)

$$S^2 = C^2 \cdot \frac{\sum fu^x}{n} - \frac{(\sum fu^x)^2}{n} \dots\dots\dots (4.24)$$

Untuk sampel kecil ($n < 30$)

$$S^2 = C^2 \cdot \frac{\sum fu^x}{n-1} - \frac{(\sum fu^x)^2}{n(n-1)} \dots\dots\dots (4.25)$$

c. Varians Gabungan

Varians gabungan adalah varians dari k buah subsampel yang dijadikan satu (digabung). Varians gabungan dirumuskan dengan.

$$s^2_{gab} = \frac{\sum(n-1)s^2}{\sum n-k} \dots\dots\dots (4.26)$$

F. Standar Deviasi (Simpangan Baku)

Menurut Gunawan (2015) simpangan baku adalah akar dari varians atau akar dari tengah kuadrat simpangan dari nilai tengah atau akar simpangan rata-rata kuadrat. Untuk sampel simpangan baku disimbolkan dengan s. Sedangkan simpangan baku populasi disimbolkan dengan σ (baca sigma).

1. Simpangan Baku Data Tunggal

Simpangan Baku data tunggal dapat dicari dengan :

a. Metode biasa

Untuk sampel besar ($n > 30$)

$$s = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{n}} \dots\dots\dots (4.27)$$

Untuk sampel kecil ($n < 30$)

$$s = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (4.28)$$

b. Metode angka kasar

Untuk sampel besar ($n > 30$)

$$s = \sqrt{\frac{\sum x^2}{n} - \left(\frac{\sum x}{n}\right)^2} \dots\dots\dots (4.29)$$

Untuk sampel kecil ($n < 30$)

$$s = \sqrt{\frac{\sum x^2}{n-1} - \frac{(\sum x)^2}{n(n-1)}} \dots\dots\dots (4.30)$$

2. Simpangan Baku Data Berkelompok

Simpangan Baku data berkelompok dapat dicari dengan 3 metode yaitu: metode biasa, metode angka kasar, dan metode koding.

a. Metode biasa

Untuk sampel besar ($n > 30$)

$$s = \sqrt{\frac{\sum f(x-\bar{x})^2}{n}} \dots\dots\dots (4.31)$$

Untuk sampel kecil ($n < 30$)

$$s = \sqrt{\frac{\sum f(x-\bar{x})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (4.32)$$

b. Metode Angka Kasar

Untuk sampel besar ($n > 30$)

$$s = \sqrt{\frac{\sum fx^2}{n} - \left(\frac{\sum fx}{n}\right)^2} \dots\dots\dots (4.33)$$

Untuk sampel kecil ($n < 30$)

$$s = \sqrt{\frac{\sum fx^2}{n-1} - \left(\frac{\sum fx}{n(n-1)}\right)^2} \dots\dots\dots (4.34)$$

c. Metode Coding

Untuk sampel besar ($n > 30$)

$$s = \sqrt{C^2 \cdot \frac{\sum fu^2}{n} - \left(\frac{\sum fu}{n}\right)^2} \dots\dots\dots (4.35)$$

Untuk sampel kecil ($n < 30$)

$$s = \sqrt{C^2 \cdot \frac{\sum fu^2}{n-1} - \frac{(\sum fu)^2}{n(n-1)}} \dots\dots\dots (4.36)$$

Menurut Gunawan (2015) Simpangan baku gabungan adalah Simpangan baku dari k buah subsampel yang dijadikan satu (digabung). Simpangan baku gabungan dirumuskan dengan.

$$s_{gab} = \sqrt{\frac{\sum(n-1)s^2}{\sum n-k}} \dots\dots\dots (4.37)$$

G. Data

Menurut data Nuryadi *et al.*, (2017) adalah segala keterangan atau informasi yang dapat memberikan gambaran tentang suatu keadaan. Dari contoh-contoh yang telah diberikan sebelumnya, dapat diperoleh bahwa tujuan pengumpulan data adalah:

1. Untuk memperoleh gambaran suatu keadaan.
2. Untuk dasar pengambilan keputusan. Syarat data yang baik agar memperoleh kesimpulan tepat dan benar maka data yang dikumpulkan dalam pengamatan harus nyata dan benar, diantaranya:
 - a. Data harus obyektif (sesuai keadaan sebenarnya)
 - b. Data harus mewakili (*representative*)
 - c. Data harus *update*
 - d. Data harus relevan dengan masalah yang akan dipecahkan.

Selanjutnya, Dalam analisis seringkali digunakan pembagian data/variabel menjadi dua kelompok yaitu; data katagorik dan data numerik.

Selain itu, ruang lingkup obyek statistik juga mencakup teknik dan metode pengumpulan data, pengolahan data, analisis data, dan presentasi data. Contoh teknik pengumpulan data meliputi survei, wawancara, dan pengamatan. Pengolahan data meliputi penyusunan tabel dan grafik, penghitungan rata-rata, median, modus, dan deviasi standar. Analisis data meliputi uji hipotesis, analisis regresi, dan analisis multivariat. Sedangkan presentasi data meliputi penyajian grafik, tabel, dan laporan.

Dalam penggunaannya, obyek statistik dapat diterapkan pada berbagai bidang, seperti ekonomi, ilmu sosial, kedokteran, dan teknik. Tujuannya adalah untuk membantu pengambilan keputusan berdasarkan informasi yang diperoleh dari analisis data.

1. Data Katagorik

Menurut Sabri, (2010) katagorik (kualitatif), merupakan data hasil pengklasifikasian/penggolongan suatu data. Cirinya: isisnya berupa kata-kata. Contoh; sex, jenis pekerjaan, Pendidikan.

Variabel katagorik pada umumnya berisi variabel yang berskala nominal dan ordinal. Sedangkan variabel numerik berisi variabel yang berskala interval dan rasio.

Pada salah satu link web dijelaskan bahwa data kategorik adalah data yang bisa dikelompokkan berdasarkan karakteristik atau ciri-ciri tertentu. Biasanya data ini terdiri dari skala nominal dan ordinal, serta merupakan data kualitatif. Data kategorik biasanya disebut sebagai data **non-metric** atau data bukan pengukuran.

Berbeda dengan data numerik yang terdiri dari angka-angka, data numerik berwujud kelompok atau klasifikasi yang didasarkan pada karakteristik tertentu. Karena tidak berwujud angka, operasi hitung matematika yang bisa diaplikasikan pada data numerik, tidak bisa digunakan pada data kategorik. Supaya peneliti bisa melakukan operasi hitung matematis pada data kategorik, peneliti perlu memberikan kode angka untuk menggantikan kategori yang ada (<https://patrastatistika.com/analisis-data-kategorik/>)

Lebih jauh link di atas menjelaskan bahwa secara umum data kategorik bukanlah data kuantitatif yang berwujud angka. Oleh karena itu, analisis statistik tidak mungkin dilakukan kecuali peneliti memberikan kode angka pada setiap kategori. Tidak hanya itu, jenis analisis yang bisa digunakan pun berbeda dengan uji pada data numerik.

Beberapa jenis uji statistik yang digunakan untuk menganalisis data kategorik diantaranya:

a. Analisis Asosiasi Dengan Uji Chi-Square

Untuk menganalisis data kategorik, peneliti bisa menggunakan uji Chi-Square. Melalui uji tersebut, peneliti bisa mengetahui hubungan atau keterkaitan antara satu variabel dengan variabel lain. Umumnya uji Chi-Square digunakan untuk menganalisis data dengan skala nominal. Meskipun merupakan uji statistik yang paling sering digunakan, namun suatu data atau variabel perlu memenuhi syarat agar bisa diuji dengan metode Chi-Square. Selain digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya hubungan, uji CHI-Square juga bisa digunakan untuk mengetahui homogenitas suatu data dan juga bentuk distribusi.

b. Analisis Asosiasi dengan Beda Proporsi

Uji Chi-Square tidak harus melulu dipakai untuk menganalisis keterkaitan antara variabel pada data kategorik. Peneliti juga bisa menggunakan perbedaan proporsi pada variabel utama untuk masing-masing kategori.

Penggunaan analisis asosiasi dengan beda proporsi lebih mudah dilakukan dibandingkan dengan uji statistik, karena peneliti tidak membutuhkan hitungan matematik yang rumit. Yang perlu dilakukan hanyalah melihat jumlah atau persentase suatu data pada masing-masing kategori.

Contoh mudah dari analisis beda proporsi adalah persentase penderita penyakit jantung pada perokok dan bukan perokok. Lalu, dari hasil perbandingan persentase tersebut, peneliti bisa melihat apakah ada keterkaitan antara rokok dan penyakit jantung.

Ketika penelitian, data yang didapatkan oleh peneliti tidak melulu berupa data numerik. Oleh karenanya, peneliti perlu memahami dengan baik jenis

data kategorik dan bagaimana melakukan analisis data kategorik.

2. Data Numerik

Menurut Sabri (2010) numerik (kuantitatif), merupakan variabel hasil dari penghitungan dan pengukuran. Cirinya: isi variabel berbentuk angka-angka. Variabel numerik dibagi menjadi dua macam: Diskrit dan Kontinyu. Diskrit merupakan variabel hasil dari penghitungan. Misalnya jumlah anak, jumlah pasien tiap ruang, kontinyu merupakan hasil dari pengukuran, misalkan tekanan darah, Hb dan lain-lain.

Data yang dinyatakan dalam bentuk angka (data numerik). Dalam komputer dikenal sebagai data numerik. Misalnya, data jumlah pembelian modul UT, jumlah mahasiswa Jurusan Statistika Masa Registrasi 2010.2, dan sebagainya. Data yang dapat dinyatakan dalam angka (dapat dikuantifikasi) dinamakan data kuantitatif. Data kuantitatif dikelompokkan menjadi dua, yaitu : 1) Data diskret Data kuantitatif diskret adalah data hasil pencacahan dan berupa bilangan bulat (dalam komputer dikenal sebagai integer). Misalnya: jumlah mahasiswa statistika di UPBJJ-UT Bandung, jumlah mata kuliah yang ada di Jurusan Statistika FMIPA-UT, dan jumlah dosen Jurusan Statistika FMIPA-UT. 2) Data kontinu Data kuantitatif kontinu adalah data hasil proses pengukuran dan dapat berupa bilangan pecahan (bilangan real). Misalnya: Rata-rata berat badan bayi yang baru lahir adalah 2,95 kg, tinggi badan Budi adalah 150,5 cm, dan IQ Budi adalah 125.
<https://pustaka.ut.ac.id/lib/wp-content/uploads/pdfmk/SATS4213-M1.pdf>

Kesimpulan

1. Objek statistik dapat membuat kesimpulan dan prediksi tentang populasi yang lebih besar termasuk pengambilan keputusan, pemahaman yang lebih akurat dan efektif berdasarkan data yang tersedia.
2. Umumnya objek statistik yang digunakan adalah rerata, median, modus, varians, dan standar deviasi, termasuk juga data numerik, seperti jumlah atau persentase, atau data kategorikal.
3. Objek statistik memudahkan untuk dapat mengukur atau menghitung dalam suatu populasi atau sampel yang ingin dipelajari.

DAFTAR PUSTAKA

- Gunawan, Muhammad Ali. (2015). *Statistik Penelitian Bidang Pendidikan, Psikologi dan Sosial*.
- Mata Kuliah, M., & Studi Pendidikan Matematika Sekolah Tinggi Keguruan dan Ilmu Pendidikan Surya, P. (2012). *“Statistika Dasar” MAT 2215 Oleh: Rully Charitas Indra Prahmana*.
- Nuryadi, Astuti, T. D., Utami, E. S., & Budiantara, M. (2017). *Buku Ajar Dasar-dasar Statistik Penelitian*.
- Sabri, H. (2010). *Statistik Kesehatan*. 129.

BAB XII

IMPLEMENTASI SOFTWARE PARTIAL LEAST SQUARE (PLS)

Oleh Tatan Sukwika

A. Pendahuluan

1. Apa itu *Structural Equation Modeling*?

Pemodelan persamaan structural atau *Structural Equation Modeling* (SEM) adalah keluarga teknik statistik yang menggabungkan dan mengintegrasikan analisis jalur dan analisis faktor. SEM mirip dengan banyak regresi tetapi dianggap lebih kuat, ilustratif dan kuat karena memperhitungkan pemodelan interaksi, nonlinier, independen berkorelasi, kesalahan pengukuran, istilah kesalahan berkorelasi, banyak independen laten yang masing-masing diukur beberapa indikator dan satu atau lebih tanggungan laten juga masing-masing dengan beberapa indikator.

Ini juga dianggap sebagai alternatif yang kuat untuk analisis jalur, analisis deret waktu, dan analisis kovarians. SEM adalah perpanjangan dari *general linear model* (GLM) yang mana regresi berganda merupakan bagiannya. SEM adalah konfirmasi daripada prosedur eksplorasi.

Proses pemodelan SEM didasarkan pada dua langkah: memvalidasi pengukuran model dan pas model struktural. Perangkat lunak SEM sering digunakan untuk membuat model hybrid dengan variabel laten atau faktor dan jalur yang ditentukan oleh laten yang terhubung variabel. Tetapi SEM juga dapat digunakan untuk memodelkan di mana setiap variabel hanya memiliki satu indikator Partial Least Squares yang merupakan jenis analisis jalur atau dapat digunakan di mana setiap variabel memiliki beberapa indikator tetapi tidak ada efek

langsung (panah) yang menghubungkan variabel sebagai jenis analisis faktor. SEM identik dengan analisis struktur kovarians, pemodelan struktur kovarians dan analisis struktur kovarians. metode SEM biasanya membutuhkan landasan teori yang kuat untuk menentukan model sebab akibat hubungan.

2. Apa itu *Partial Least Squares* (PLS)?

Regresi kuadrat terkecil parsial atau Partial least square (PLS) adalah teknik yang mengurangi prediktor menjadi seperangkat komponen yang tidak berkorelasi yang lebih kecil dan melakukan regresi kuadrat terkecil pada komponen ini, bukan pada data asli. Regresi PLS sangat berguna ketika prediktor Anda sangat kolinear, atau ketika Anda memiliki lebih banyak prediktor daripada pengamatan dan regresi kuadrat-terkecil biasa menghasilkan koefisien dengan kesalahan standar tinggi atau gagal sama sekali. PLS tidak berasumsi bahwa prediktornya tetap, tidak seperti regresi berganda. Ini berarti bahwa prediktor dapat diukur dengan kesalahan, membuat PLS lebih kuat terhadap ketidakpastian pengukuran.

Regresi PLS terutama digunakan dalam industri kimia, obat-obatan, makanan, dan plastik. Aplikasi umum adalah memodelkan hubungan antara pengukuran spektral (NIR, IR, UV), yang mencakup banyak variabel yang sering berkorelasi satu sama lain, dan komposisi kimia atau sifat fisio-kimia lainnya. Dalam regresi PLS, penekanannya adalah pada pengembangan model prediksi. Oleh karena itu, biasanya tidak digunakan untuk menyaring variabel yang tidak berguna dalam menjelaskan respon.

Software aplikasi PLS biasanya menggunakan algoritma *nonlinier iteratif partial least squares* (NIPALS)

yang dikembangkan oleh Herman Wold. Algoritma mengurangi jumlah prediktor menggunakan teknik yang mirip dengan analisis komponen utama untuk mengekstraksi sekumpulan komponen yang menggambarkan korelasi maksimum antara prediktor dan variabel respons. PLS dapat menghitung komponen sebanyak prediktor; seringkali, validasi silang digunakan untuk mengidentifikasi kumpulan komponen yang lebih kecil yang memberikan kemampuan prediksi terbesar. Jika Anda menghitung semua komponen yang mungkin, model yang dihasilkan setara dengan model yang akan Anda peroleh dengan menggunakan regresi kuadrat terkecil. Dalam PLS, komponen dipilih berdasarkan berapa banyak varians yang dijelaskan dalam prediktor dan antara prediktor dan respons. Jika prediktor sangat berkorelasi, atau jika sejumlah kecil komponen memodelkan respons dengan sempurna, maka jumlah komponen dalam model PLS mungkin jauh lebih sedikit daripada jumlah prediktor. Software aplikasi PLS kemudian melakukan regresi kuadrat-terkecil pada komponen yang tidak berkorelasi.

Tidak seperti regresi kuadrat terkecil, PLS dapat memuat beberapa variabel respons dalam satu model. Regresi PLS cocok dengan beberapa variabel respons dalam satu model. Karena regresi PLS memodelkan variabel respons dengan cara multivariat, hasilnya dapat berbeda secara signifikan dari yang dihitung untuk variabel respons secara individual. Anda harus memodelkan beberapa respons secara terpisah hanya jika respons tersebut tidak berkorelasi.

Analisis PLS adalah teknik statistik multivariat yang memungkinkan perbandingan antara beberapa variabel respon dan beberapa variabel penjelas (*explanatory*). PLS adalah salah satu dari sejumlah metode statistik berbasis

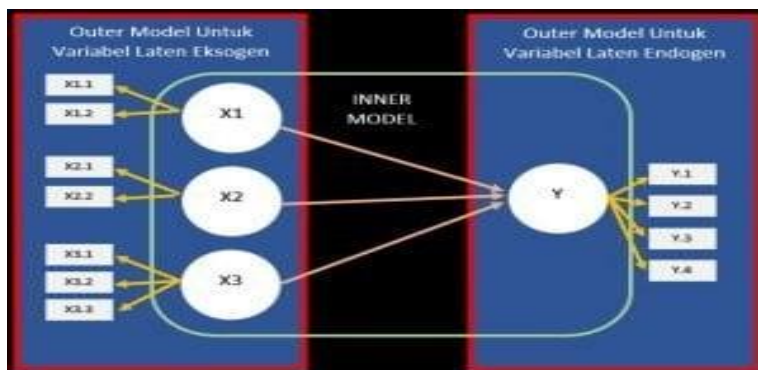
kovarians sering disebut sebagai model persamaan struktural (*structural equation modeling*) atau SEM. Itu dirancang untuk dihadapi oleh regresi berganda ketika data memiliki sampel kecil, nilai yang hilang, atau multikolinearitas.

Regresi kuadrat terkecil parsial telah ditunjukkan pada data nyata dan dalam simulasi. Ini sangat populer di bidang *hard sains*, terutama kimia dan kemometri, di mana ada masalah besar dengan tinggi jumlah variabel yang berkorelasi dan jumlah pengamatan yang terbatas. Penggunaannya dalam pemasaran lebih terbatas meskipun data memiliki masalah yang sama (Sukwika & Fransisca, 2021).

Analisis PLS sering menjadi alat analisis regresi alternatif untuk metode *principal component analysis*, atau PCA dan regresi berganda, dimana kedua metode ini bersifat lebih kebal (*robust*). Fenomena *robust* terjadi ketika mengambil sampel baru dari total populasi akan tetapi parameter model tidak menunjukkan banyak perubahan (Sukwika & Fransisca, 2021).

Sukwika & Fransisca (2021) menyatakan kembali dari tulisan Herman Wold pada tahun 1985 bahwa metode analisis PLS dianggap sebagai metode *powerfull* tidak membutuhkan banyak asumsi atau persyaratan, misalnya mengharuskan melakukan uji normalitas agar data berdistribusi normal dan uji multikolinearitas untuk mengetahui kekuatan dan kelemahan korelasi pada variabel independen dan dependen. Metode PLS tidak mengharuskan ukuran sampel yang besar. Metode ini mampu mengukur indikator dengan skala kategori data yang beragam, seperti: skala ordinal, interval, dan rasio. Keunggulan PLS lainnya yaitu ukuran sampel tidak harus besar. Sebelum proses analisis regresi, PLS akan memprediksi variabel-variabel yang digunakan sebagai

predictor (IVs) yang lebih kecil dengan cara mereduksi.



Gambar 1. Kluster Variabel PLS SEM: Model Outer dan Inner

Dibawah ini beberapa fungsi penting dari metode analisis *Partial Least Square* (PLS) sebagai berikut:

- PLS selain berfungsi untuk merancang model, juga berguna untuk mengkonfirmasi teori.
- Berbeda dengan SEM, PLS tidak membutuhkan banyak persyaratan atau asumsi.
- Model PLS dapat dikelompokkan dua, yaitu model *inner* dan *outer*. Model *inner* untuk yang berkaitan dengan regresi yaitu mengukur tingkat pengaruh antar satu variabel pada variabel lainnya. Sedangkan model *outer* itu digunakan untuk menguji validitas dan reliabilitas.
- PLS memiliki dua kriteria pengukuran menilai kecocokan model, yaitu (Gambar 1): (a) kecocokan model bagian luar (model *outer*) mencakup validitas dan reliabilitas dari variabel laten reflektif dan formatif; (b) kecocokan bagian dalam (model *inner*) mencakup pengukuran penjelasan (*explanatory*) varian dari variabel laten endogenus. Berbeda dengan pengukuran kecocokan model pada SEM meliputi

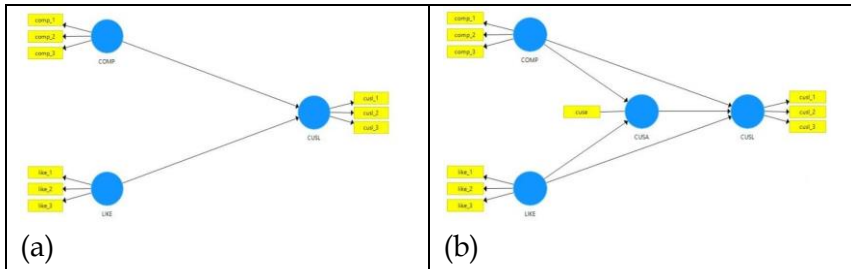
kecocokan yang lebih global, seperti: AGFI, CMIN/DF, PGFI, PNFI, RMSEA, dll.

e. Berikut Tabel 1 menjelaskan komparasi keuntungan utama dan kelemahan dari *Partial Least Square* (PLS).

Tabel 1. Matriks Keunggulan dan Kelemahan dari Kuadrat Terkecil Parsial

Keunggulan	Kelemahan
<p>a. Mampu memodelkan multi-dependen serta multi-independen variabel.</p> <p>b. Dapat menangani multikolinearitas dalam IVs (<i>predictor</i>).</p> <p>c. Tangguh meski ada <i>noise</i> data dan data yang hilang.</p> <p>d. Membuat laten independen secara langsung berdasarkan produk silang.</p> <p>e. Melibatkan variabel respons = prediksi yang lebih kuat.</p> <p>f. Memungkinkan laten reflektif dan formatif.</p> <p>g. Diterapkan pada sampel kecil.</p> <p>h. Bebas distribusi.</p> <p>i. Menangani berbagai variabel: nominal, ordinal, kontinyu.</p>	<p>a. Kesulitan dalam menginter-pretasikan muatan variabel laten independen (berdasarkan pada hubungan produk silang dengan variabel respon tidak seperti pada konvensional analisis faktor, pada korelasi antara manifes independen)</p> <p>b. Properti distribusi perkiraan tidak diketahui. Tidak bisa mendapatkan signifikansi kecuali menjalankan <i>bootstrap</i>.</p> <p>c. Kurangnya statistik uji model.</p>

Model **path analysis** PLS biasa terbagi menjadi dua model yaitu model dengan melibatkan variabel perantara (*interveining*) dan tanpa variabel *interveining* atau mediator. Berikut Gambar 2 menunjukkan konstruk *path analysis*nya.



Sumber: smartpls.com (2023)

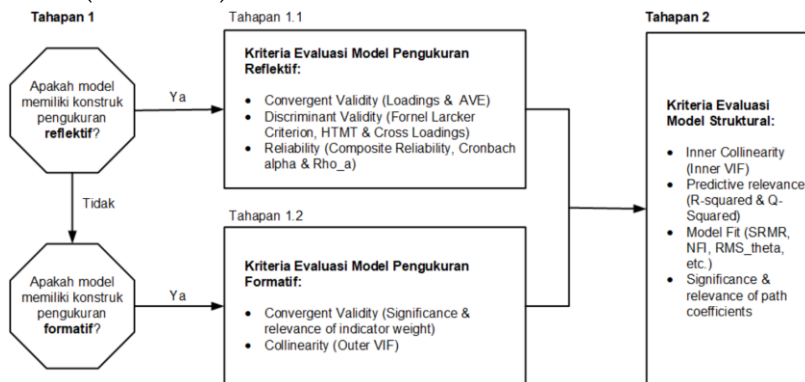
Gambar 2. Hubungan PLS: (a) Model Tanpa Mediator (b) Model dengan Mediator (*Interveining*)

3. Model Indikator Refleksif dan Formatif

Pertimbangan penting dalam merancang model PLS adalah yang mana model yang akan digunakan dalam menghubungkan yang tidak dapat diamati dengan indikator empiris (Hair et al., 2018; Sarstedt & Cheah, 2019). PLS memungkinkan indikator yang diamati diperlakukan sebagai indikator reflektif atau formatif. Indikator reflektif mirip dengan tes klasik teori dan model analisis faktor.

Mereka berusaha untuk memperhitungkan varian yang diamati atau kovarians. Indikator formatif tidak dirancang untuk variabel yang diamati dan sebaliknya paling baik digunakan untuk meminimalkan residu dalam hubungan struktural. Pilihan apakah menggunakan indikator reflektif atau formatif sangat mempengaruhi prosedur estimasi. Menurut Hair et al., 2018; Sarstedt & Cheah, 2019; Sukwika & Fransisca, 2021, jika tujuan studi adalah untuk memperhitungkan variabel

yang diamati maka indikator reflektif adalah yang terbaik. Jika tujuannya adalah untuk menjelaskan varians abstrak atau tidak teramati, maka indikator formatif dapat menjelaskan lebih banyak. Baik indikator formatif maupun reflektif dapat digunakan dalam satu model (Gambar 3).

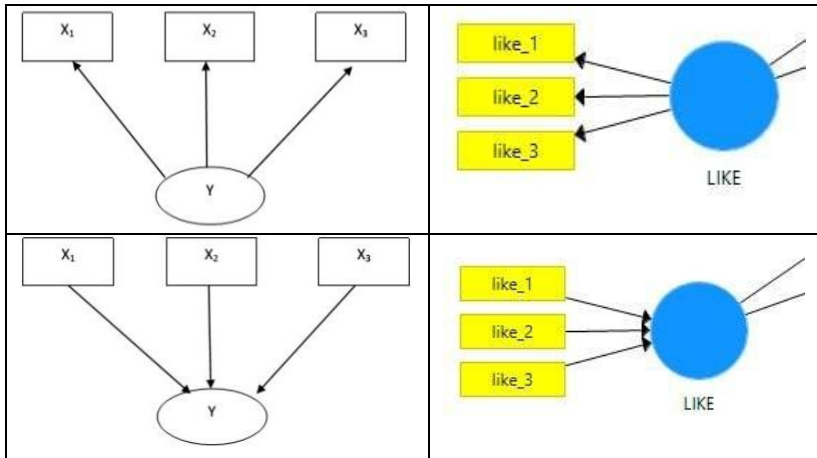


Sumber: Mengadopsi Putra (2022)

Gambar 3. Diagram Tahap Evaluasi PLS-SEM Model Pengukuran Reflektif dan Formatif

Model indikator pada PLS terdiri dari dua jenis yaitu model indikator Refleksif dan Formatif. Gambar 4 pada bagian atas memperlihatkan hubungan variabel laten Y diukur oleh manifest tiga X yaitu X1, X2 dan X3 secara reflektif. Selanjutnya, pada gambar di bagian bawahnya adalah model hubungan secara formatif, dimana variabel laten Y diukur oleh manifest tiga X dengan arah sebaliknya.

Sebagai catatan: meskipun reliabilitas (*cronbach alpha*) pada konstruk diprediksi berpotensi akan nilai rendah jika diukur hanya dengan sedikit indikator, namun begitu validitas konstruk tidak akan mengalami perubahan jika satu indikator dihilangkan.



Gambar 4. Model Reflektif (atas) dan Model Formatif (bawah)

B. Penggunaan Software PLS

1. Menggambar Model Hipotesis: Prosedur dan Notasi

Pemodelan persamaan struktural kuadrat terkecil parsial atau PLS-SEM dikembangkan menjadi alternatif SEM berbasis kovarians yang memberikan fleksibilitas terkait dengan karakteristik data, kompleksitas model, dan spesifikasi model. PLS-SEM memungkinkan peneliti untuk melakukan penelitian eksplorasi.

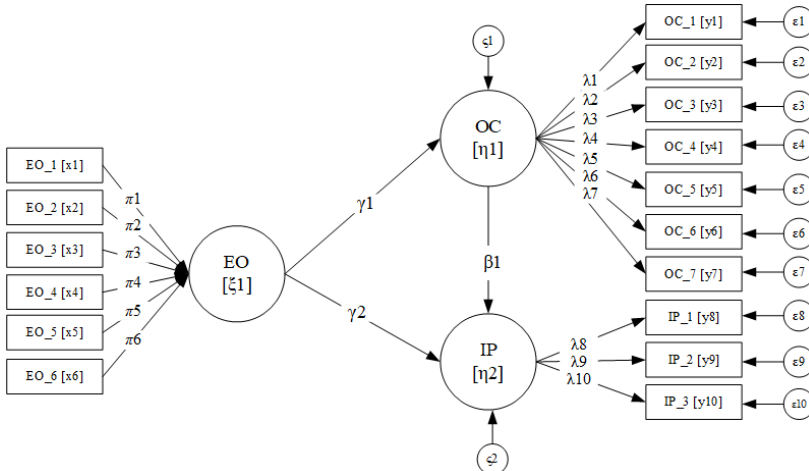
Bagian terpenting dari analisis SEM adalah model kausal yang harus Anda gambar sebelum mencoba analisis. Berikut aturan dasar dan umum ketika akan menggambar model kausal:

- a. Aturan 1. Variabel/faktor laten direpresentasikan dengan lingkaran dan variabel terukur/manifestasi direpresentasikan dengan kotak.
- b. Aturan 2. Garis dengan panah dalam satu arah menunjukkan hubungan langsung yang dihipotesiskan antara dua variabel. Itu harus berasal dari variabel penyebab dan menunjuk ke variabel yang

disebabkan. Ketiadaan garis menunjukkan tidak adanya hubungan sebab akibat antar variabel.

- c. Aturan 3. Garis dengan panah di kedua arah harus melengkung dan ini menunjukkan hubungan dua arah atau kovarians.
- d. Aturan 4. Panah kovarian hanya diperbolehkan untuk variabel eksogen.
- e. Aturan 5. Untuk setiap variabel endogen, suku residual harus ditambahkan ke dalam model. Umumnya, suku *residual* adalah lingkaran dengan huruf Epsilon (ϵ) tertulis di dalamnya, berarti kesalahan (*error*).
- f. Aturan 6. Untuk variabel laten yang juga endogen, istilah residual tidak disebut *error* dalam bahasa SEM. Ini disebut gangguan, dan oleh karena itu "istilah kesalahan" di sini adalah lingkaran dengan huruf Delta (δ) tertulis di dalamnya, berarti gangguan (*disturbance*).

Aturan-aturan yang disampaikan di atas tentunya memerlukan perluasan dan masih terbuka untuk dilengkapi lebih lanjut. Berikut contoh diagram strukturalnya mengacu pada aturan di atas (Gambar 5).



Sumber: Mengadopsi Putra (2022)

Gambar 5. Diagram Contoh Model SEM dari SmartPLS

Keterangan Notasi:

EO = Entrepreneurial Orientation.

OC = Organizational Commitment.

IP = Innovation Performance.

ξ_1 = Ksi, variabel eksogen laten EO.

η_1 = Eta, variabel eksogen laten OC.

η_2 = Eta, variabel endogen laten IP.

x = Variabel pengukuran manifes dari variabel eksogen laten.

y = Variabel pengukuran manifes dari endogen laten variabel.

λ_x = Lambda, *loading factor* variabel laten eksogen.

λ_y = Lambda, *loading factor* variabel laten endogen.

β = Beta, koefisien jalur variabel endogen terhadap variabel endogen.

γ = Gamma, koefisien jalur variabel eksogen ke variabel endogen.

ζ = Zeta, residu variabel endogen laten.

δ = Delta, kesalahan pengukuran pada variabel manifes untuk variabel laten eksogen.

ϵ = Epsilon, Residu dari variabel pengukuran reflektif endogen.

Persamaan strukturalnya:

$$\eta_1 = \gamma_1 \xi_1 + \zeta_1$$

$$\eta_2 = \beta_1 \eta_1 + \gamma_2 \xi_1 + \zeta_2$$

Berdasarkan *best-practice* penggunaan software PLS yang dilakukan oleh Putra (2022) dengan aplikasi Smart-PLS ini menguji peran EO (komitmen organisasi) dalam memediasi hubungan antara EO (orientasi kewirausahaan) dan IP (kinerja inovasi) pada UMKM. Berikut hipotesisnya:

H1 : EO ada pengaruh positif dan signifikan terhadap IP

- H2 : EO ada pengaruh positif dan signifikan terhadap OC
H3 : OC ada pengaruh positif dan signifikan terhadap IP
H4 : OC memediasi hubungan antara EO terhadap IP

2. Penggunaan Aplikasi PLS-SEM dengan SmartPLS

Perangkat aplikasi SmartPLS 4.0 dapat diperoleh dengan mengunduh dan menginstal perangkat lunak dari laman <https://www.smartpls.com/downloads>. Proses instalasi sederhana dan mudah. Cukup ikuti petunjuk default penginstal, dan SmartPLS Anda akan aktif dan berjalan dalam waktu singkat.

Proses memulai menggunakan SmartPLS 4.0 sedikitnya ada delapan Langkah, yaitu:

- a. Langkah 1: *Creating a workspace*, klik menu FILES kemudian pilih drive C dan tuliskan nama *workspace* yang anda kehendaki.
- b. Langkah 2: *Creating a new project*, klik ikon NEW PROJECTS tuliskan nama folder *project* yang anda kehendaki.
- c. Langkah 3: *Importing a data for the project*, Jika anda sudah memiliki data likert dalam file excel atau format lain seperti *sav*, *csv*, atau *txt* maka bisa langsung ditarik (IMPORT DATA FILE). Tutorial ini menggunakan contoh Import data file ekstensi CSV (*comma-separated values*).

Pada kolom Metric Anda dapat ubah manual kategori sesuai yang telah Anda tentukan misalnya, Binary, Categorical, Ordinal, dll. Setelah itu Klik tombol Import untuk menarik data ke SmartPLS.

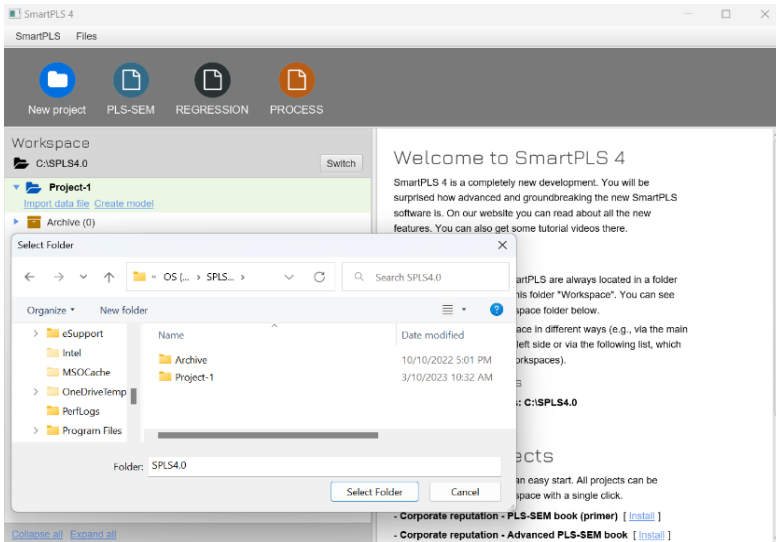
Klik untuk melihat detil data tabulasi, ukuran skala, statistik deskriptif seperti *mean*, *median*, dll., normalitas data, *excess kurtosis*, *skewness*, dan juga *p-Value* uji normalitas dengan Cramer-van Mises. Terakhir klik tombol BACK untuk kembali ke laman project

utama.

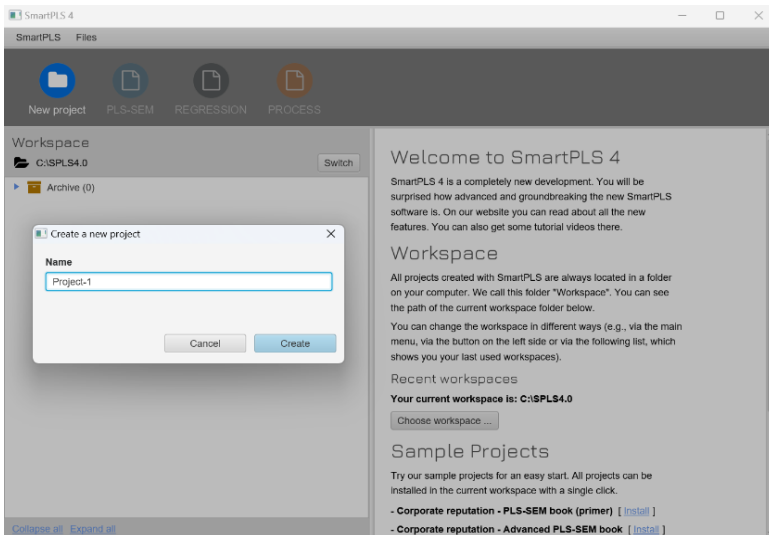
- a. Langkah 4: *Creating a measurement model*, klik CREATE MODEL pilih model type PLS-SEM kemudian ketikkan nama modelnya, misal: Model-1. Terakhir klik SAVE.
- b. Langkah 5: *Creating a hypothesized model*, Sorot manifest (IP) di kolom kiri kemudian Drag and Drop ke layer kanan. Cara serupa diterapkan pada dua pengukuran lainnya yaitu EO dan OC.

Garis panah antara variabel laten dapat dibuat dengan klik tombol icon koneksi dan Tarik garis panah dari variabel laten yang satu ke variabel laten lainnya. Klik ikon tombol SAVE untuk menyimpan model hipotesis yang telah dibuat ke dalam *project*.

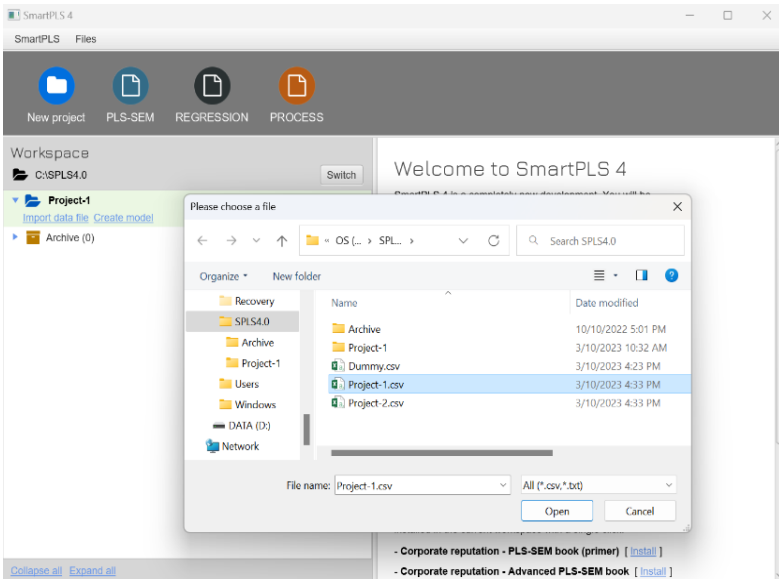
- c. Langkah 6: *Analysing Loadings of indicators using PLS-SEM Algorithm*, Pengukuran konsistensi PLS-SEM digunakan untuk analisis model. Pilih menu CALCULATE, dan Consistent PLS-SEM Algorithm, kemudian klik Start Calculation. Output analisis ditunjukkan pada model Gambar 7 hasil uji prosedur dari *PLS-Algorithm*.
- d. Langkah 7: *Determining validity and reliability of the indicators*, Klik tombol menu OPEN REPORT, pada kolom kiri Klik Construct Reliability & Validity.
- e. Langkah 8: *Analysing significance of the paths using PLS-SEM Bootstrapping*. Pilih menu CALCULATE, dan Consistent PLS-SEM Bootstrapping, Anda isikan *subsamples*-nya sebesar 5000, kemudian klik Start Calculation.



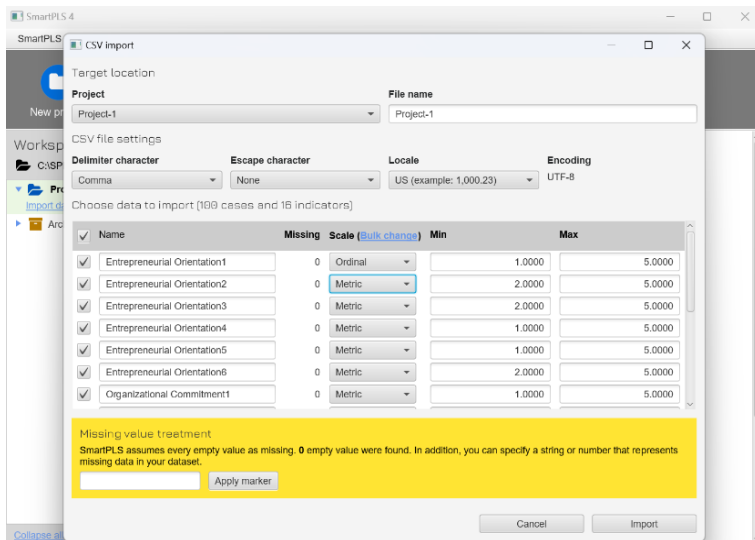
Langkah 1



Langkah 2



Langkah 3A



Langkah 3B

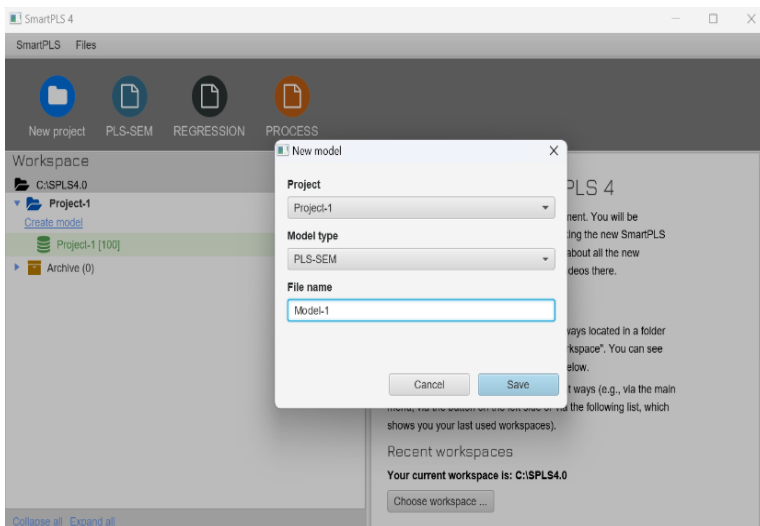
SmartPLS 4
SmartPLS Edit

Back Setup Add group Generate groups Clear groups Export to Excel / CSV

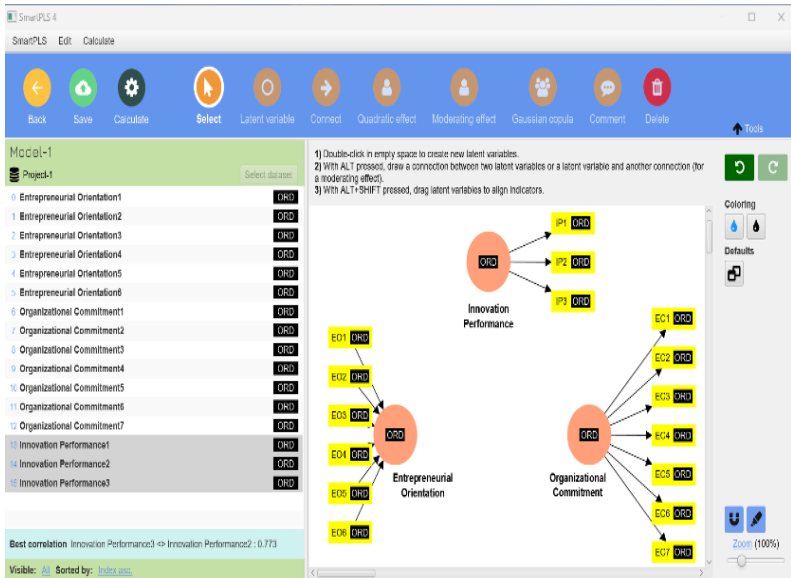
Project-1
16 Indicators with 100 cases and 0 missing values Zoom (70%) Copy to Excel

Row	No.	Type	Pathings	Mean	StdDev	Scale min	Scale max	Observed min	Observed max	Standard deviation	Extreme for top	Skewness	Extreme for bottom
Entrepreneurial Orientation1	1	CRD	0	5.000	4.000	1.000	5.000	1.000	5.000	0.871	2.526	-3.407	0.000
Entrepreneurial Orientation2	2	CRD	0	3.070	4.000	2.000	5.000	2.000	5.000	0.750	2.681	-3.207	0.000
Entrepreneurial Orientation3	3	CRD	0	3.280	4.000	2.000	5.000	2.000	5.000	0.751	2.626	-3.164	0.000
Entrepreneurial Orientation4	4	CRD	0	3.060	4.000	1.000	5.000	1.000	5.000	0.815	2.754	-2.843	0.000
Entrepreneurial Orientation5	5	CRD	0	6.000	4.000	1.000	5.000	1.000	5.000	0.832	2.628	-3.203	0.000
Entrepreneurial Orientation6	6	CRD	0	3.010	4.000	2.000	5.000	2.000	5.000	0.831	2.522	-3.263	0.000
Organizational Commitment1	7	CRS	0	3.070	4.000	1.000	5.000	1.000	5.000	0.833	1.631	-3.305	0.000
Organizational Commitment2	8	CRS	0	4.000	4.000	1.000	5.000	1.000	5.000	0.725	2.281	-3.321	0.000
Organizational Commitment3	9	CRS	0	6.000	4.000	1.000	5.000	1.000	5.000	0.752	2.415	-3.128	0.000
Organizational Commitment4	10	CRS	0	4.170	4.000	1.000	5.000	1.000	5.000	0.831	1.761	-3.022	0.000
Organizational Commitment5	11	CRS	0	6.000	4.000	2.000	5.000	2.000	5.000	0.835	4.002	-3.107	0.000
Organizational Commitment6	12	CRD	0	3.000	4.000	2.000	5.000	2.000	5.000	0.720	0.444	-3.070	0.000
Organizational Commitment7	13	CRS	0	3.280	4.000	2.000	5.000	2.000	5.000	0.751	2.886	-3.316	0.000
Innovation Performance1	14	CRD	0	4.150	4.000	2.000	5.000	2.000	5.000	0.854	1.916	-3.062	0.000
Innovation Performance2	15	CRD	0	4.210	4.000	1.000	5.000	1.000	5.000	0.723	3.227	-3.259	0.000
Innovation Performance3	16	CRS	0	4.440	5.000	1.000	5.000	1.000	5.000	0.725	4.641	-1.791	0.000

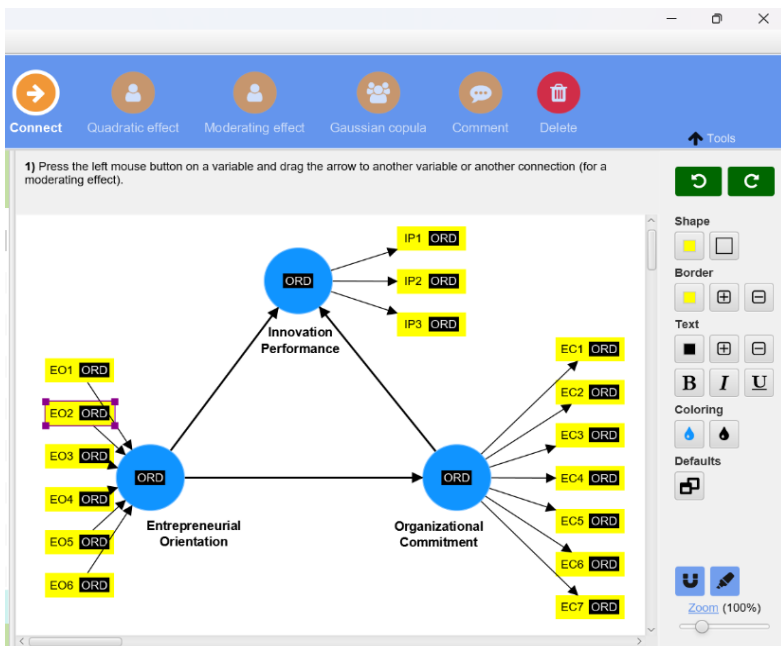
Langkah 3C



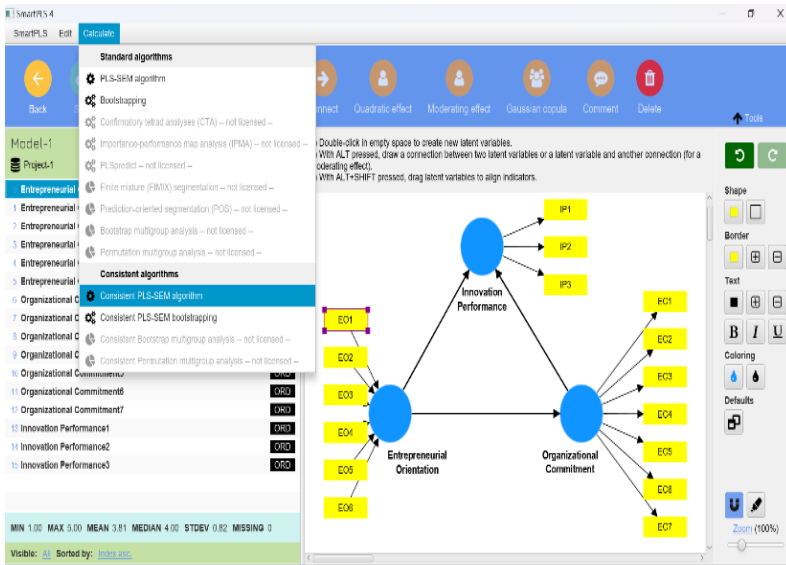
Langkah 4



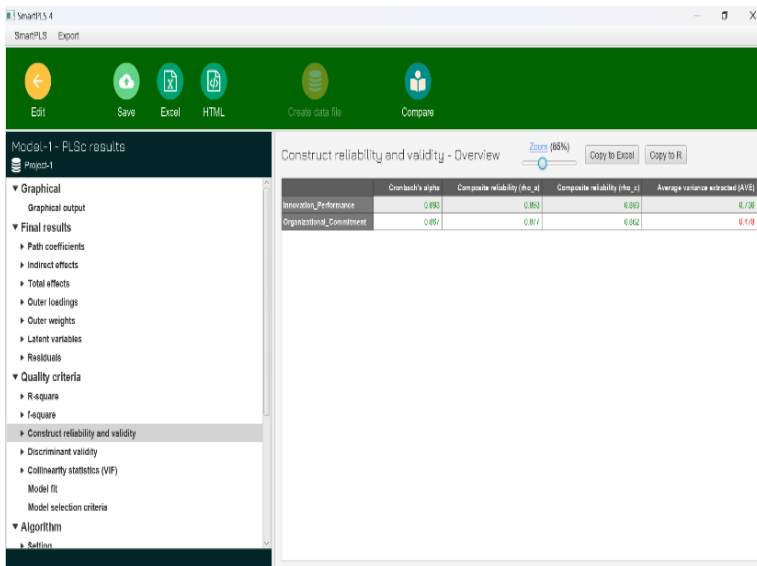
Langkah 5A



Langkah 5B



Langkah 6

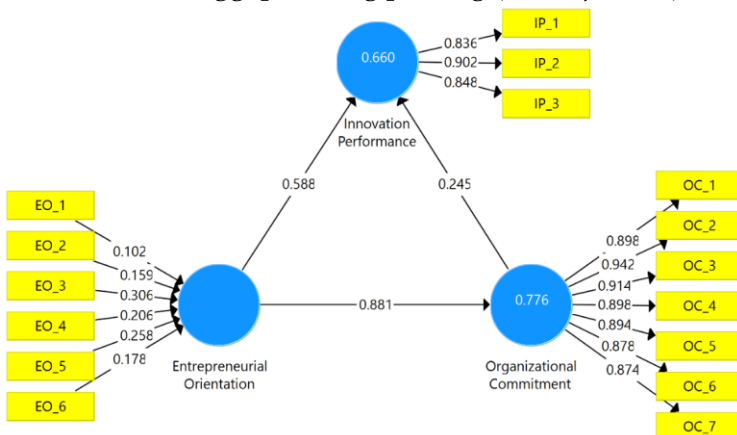


Langkah 7

Gambar 6. Langkah-Langkah PLS-SEM dari SmartPLS 4.0

Rentang nilai koefisien jalur adalah -1 sampai dengan +1. Jika nilai mendekati +1, maka menunjukkan hubungan positif yang kuat, sedangkan nilai -1 menggambarkan hubungan negatif yang kuat (*) (Hair et al., 2017; 2018). Berdasarkan hasil pengujian koefisien jalur pada Gambar 7 menunjukkan nilainya mendekati +1, sehingga semua hubungan memiliki arah hubungan positif.

Nilai *loading* pada Gambar 7 ditunjukkan terletak pada setiap garis panah. Nilai *loading* harus berada dalam *range* 0 sampai dengan 1. Jika ditemukan indikator mempunyai nilai *loading*-nya diatas dari 1 maka indikator tersebut dinyatakan tidak valid dan harus di-*remove* dari model. Pada Gambar 7 diketahui nilai *loading* terkecil adalah indikator EO_1 (0.102) dan terbesar adalah indikator OC_2 (0.942). Artinya semua nilai indikator pada model berada pada 0-1 atau valid. Nilai *loading* faktor valid dibagi dua, yaitu jika lebih dan diatas ≥ 0.7 maka dianggap penting, sebaliknya jika dibawah < 0.7 maka dianggap kurang penting (*less important*).



Gambar 7. Hasil Uji Prosedur dari PLS-Algorithm

Konstruk validitas dan reliabilitas terpenuhi jika nilai *Cronbach's alpha*, koefisien ρ_A dan *composite reliability* lebih besar dari branchmark > 0.7 . Begitu juga jika nilai AVE (*Average Variance Extracted*) dari model yang diukur harus lebih besar dari branchmark > 0.5 (Ghozali & Latan, 2015; Wong, 2016; Sarstedt et al., 2017). Berdasarkan tabel pada Langkah 7, diketahui nilai yang diperoleh oleh tiga variabel laten yang diukur menunjukkan bahwa konstruk validitas dan reliabilitas telah terpenuhi.

Nilai *Variance Inflating Factor* atau $VIF < 5.0$ menunjukkan bahwa indikator tidak mengalami masalah multikolinearitas. Sehingga tidak perlu mengeluarkan (*dropping*) salah satu indikator karena tidak ada indikator yang teridikasi saling berkorelasi kuat.

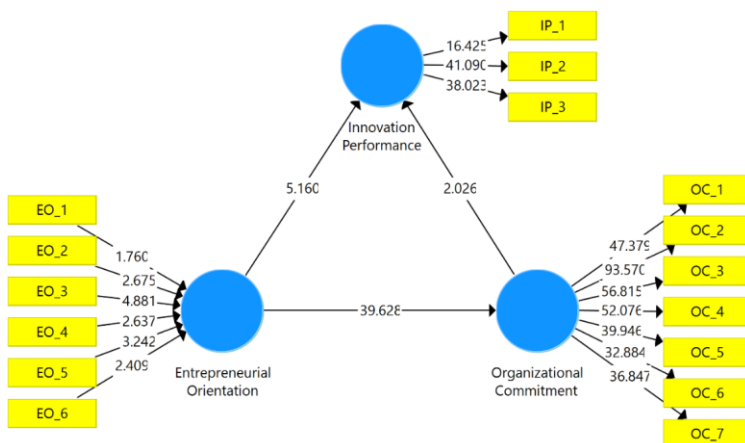
Sebagai catatan: Usahakan hindari menghilangkan indikator formatif dari model karena pada tiap indikator dari model formatif menggambarkan dimensi yang bermakna dari variabel laten. Menurut Garson (2016), menghilangkan indikator dalam model formatif akan menyebabkan makna variabel laten berubah. Berbeda dengan model pengukuran reflektif, indikator formatif ini tidak bisa dipertukarkan. Sehingga, menghapus indikator formatif memiliki konsekuensi yang merugikan bagi validitas konten model pengukuran (Hair et al., 2017; 2018).

Selanjutnya penentuan nilai *discriminant validity* dapat diukur berdasarkan matriks rasio HTMT (*Heterotrait-Monotrait*), *Cross Loading*, dan *Fornell-Larcker Criterion*. $HTMT < 0,9$ maka semua konstruk dinyatakan telah valid. Nilai *loading* konstruk yang lebih besar dari $> cross\ loading$ -nya maka bisa dinyatakan model telah memenuhi syarat *discriminant validity*.

Fornell Larcker Criterion adalah merupakan nilai akar dari AVE. Untuk dapat memenuhi syarat pengujian,

maka nilai akar kuadrat AVE setiap konstruk harus lebih besar daripada nilai korelasi antar konstruk terhadap konstruk lainnya dalam model (Wong, 2016; Henseler et al., 2015; Sukwika & Fransisca, 2021).

Meskipun dalam model pengukuran mencakup konstruk reflektif dan formatif, namun pada hasil output SmartPLS hanya menyajikan output pengukuran konstruk reflektif saja, sebaliknya untuk output pengukuran konstruk reflektif tidak ditampilkan atau diukur oleh *software* SmartPLS 4.0. Hair et al. (2017) menyatakan bahwa akar kuadrat AVE dari konstruksi yang diukur secara formatif tidak boleh dibandingkan dengan korelasi. Konstruk yang diukur secara formatif harus menjelaskan sedikitnya 65% varians item yang diukur secara reflektif dan nilai koefisien jalurnya sekitar 0.80. Hanya saja di beberapa kasus jika nilai koefisien jalur 0.70 dianggap sudah bisa diterima. Oleh karena itu, menyarankan peneliti agar mengukur kembali signifikansi dari nilai *weights* melalui prosedur *bootstrapping* dengan jumlah *subsamples* minimal sebesar 5000.



Gambar 8. Uji Prosedur *Bootstrapping*

Tahap akhir dari penggunaan software aplikasi SmartPLS ini ada pengujian hipotesis. Ini penting dilakukan untuk mengetahui bagaimana variabel laten eksogenus dengan endogenus terkoneksi. Pengujian hipotesis pada PLS-SEM dengan prosedur *bootstrapping* menggunakan metode *Bias-Corrected and Accelerated (BCa) Bootstrap* untuk mengetahui nilai koefisien jalur, nilai *t-statistic* dan *p-value*-nya. *BCa-Bootstrap* ini berfungsi menilai signifikansi koefisien jalur dalam model struktural yang diindikasikan dengan nilai *p-value* (<0.05) (Hair et al., 2017). Jika seluruh nilai *p-values* yang diperoleh dibawah 0.05, maka seluruh hipotesis dalam penelitian diterima.

Nilai signifikansi antarkonstruk dapat diketahui dengan menggunakan penggunaan nilai *t-statistic*. Adapun batasan keputusan penolakan dan penerimaan terhadap hipotesis adalah ± 1.96 . Jika nilai *t-statistik* di bawah < 1.96 , maka hipotesis ditolak atau hipotesis nol (H_0) diterima.

Berdasarkan *t-value*, signifikansi bobot dapat digunakan untuk membuat keputusan sebagai berikut (Putra, 2022): (1) Jika ditemukan nilai *weight* signifikan secara statistik, maka indikator bisa dipertahankan, (2) Jika nilai *weight* diketahui tidak signifikan tapi nilai *loadings*-nya minimal 0.50, maka indikator itu masih dapat dipertahankan, meski begitu tetap didukung dengan teori dan penilaian pakar, (3) Terakhir, jika nilai *weight* tidak signifikan dan bobotnya rendah (< 0.50), maka indikator tersebut harus dihapus dari model pengukuran.

DAFTAR PUSTAKA

- Garson G. D. (2016). *Partial least squares regression and structural equation models*. Asheboro: Statistical Associates.
- Hair Jr. J. F., Matthews, L. M., Matthews, R.L., Sarstedt, M. (2017). PLS-SEM or CB-SEM: Updated guidelines on which method to use. *International Journal of Multivariate Data Analysis*, 1(2), 107-123.
- Hair, J. F., Risher, J. J., & Ringle, C. M. (2018). When to use and how to report the results of PLS-SEM. 31(1), 2-24.
- Putra, W. B. T. S. (2022). Problems, Common Beliefs and Procedures on the Use of Partial Least Squares Structural Equation Modeling in Business Research. *South Asian Journal of Social Studies and Economics*, 14(1), 1-20.
- Sarstedt, M., & Cheah, J. H. (2019). Partial least squares structural equation modeling using SmartPLS: a software review. *Journal of Marketing Analytics*, 7(3), 196-202.
- Sukwika, T., & Fransisca, L. (2021). The policy model for sustainable community forest: A factor analysis. *Indonesian Journal of Forestry Research*, 8(2), 135-157.
- Wong, K. K. (2016). Mediation analysis, categorical moderation analysis, and higher-order constructs modeling in Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM): A B2B Example using SmartPLS, *Marketing Bulletin*, 26, 1-22.

BIODATA PENULIS

Andi Asari, SIP., S.Kom., M.A., P.hD (C).



Dosen Universitas Negeri Malang
Kandidat Doktor S3 Information Science
UiTM Malaysia.

Andi Asari, yang mempunyai nama lengkap Andi Muhammad Asari sebagai nama pemberian orang tua, dan memiliki nama pena atau panggilan akrab Anas adalah dosen di Universitas Negeri Malang

yang saat ini sedang melanjutkan studi doctoral (S3) di jurusan Information Management UiTM Malaysia. Lahir di desa Brongkal kabupaten Malang, semasa di Malang pernah mengenyam pendidikan di MI Azharul Ulum 02 Brongkal, kemudian lanjut di MTsN Malang 3 Sepanjang gondanglegi, dan lanjut di SMK Turen Malang. Kemudian melanjutkan belajar di perguruan tinggi di beberapa perguruan tinggi di kota Malang dan kemudian pindah ke kota pendidikan Daerah Istimewa Yogyakarta, dan sekarang domisili di Malang, Jawa Timur. Penulis merupakan alumni dari Magister Kajian Budaya dan Media sekolah pasca sarjana Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, dan juga alumni dari jurusan Ilmu Perpustakaan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta. Mulai tahun 2015 sampai sekarang penulis aktif mengajar sebagai dosen tetap di Universitas Negeri Malang dan di beberapa lembaga pendidikan pondok pesantren di Malang Raya. Disamping kesibukan di dunia akademis penulis juga memiliki kegiatan pengabdian di masyarakat dengan mengisi seminar, workshop, dll.

Riwayat Mengajar:

https://pddikti.kemdikbud.go.id/data_dosen/RjEyRkFENzYtMEYxOS00QjE3LThFMzQtNTY1RkYwOTA3MzM1

Riwayat Publikasi Artikel:

<https://sinta.kemdikbud.go.id/authors?q=andi+asari>

Riwayat Penerbitan Buku:

https://www.google.com/search?q=andi+asari&tbm=bks&ei=WEHEYpa1OdWh4t4PkI2jqAw&ved=0ahUKEwiWwf3w8eH4AhXVknNgFHZDGCmuQ4dUDCAg&oq=andi+asari&gs_lcp=Cg1nd3Mtd2l6LWJvb2tzEAxQAFgAYABoAHAAeACAAQCIAQCSAQCYAQA&sclient=gws-wiz-books

Riwayat Penelitian dan Pengabdian:

<https://pakar.um.ac.id/Data/Peneliti/view/eyJpdil6Ikt5bFNGRVQyOURKvWdkNHFJUzVjR0E9PSIsInZhbHVlIjoUjhJNGtKUDA4OVIxQ0ZkR3hRRUR2RGZWbU9HMLc2dGMvRHVSO G4zSW93QT0iLCJtYWMiOiI4ZGYxNTlmYjYwZTZmOWNmYjk4YTRiMGY1OGJiNTZkNDIwNTc5ZThkY2YxMzk3OWU0MWRkMjk1MWRjZjc3YWWRkIn0=>

Email: andi.asari.fs@um.ac.id

Scopus ID: 57213605546

Google scholar:

<https://scholar.google.co.id/citations?hl=id&user=YVa5GeIAAAAJ>

Researchgate:

<https://www.researchgate.net/profile/Andi-Asari/research>

Youtube:

<https://youtube.com/channel/UCnNHvnNWspDB1pRQmBoI6ZQ>

<https://youtube.com/channel/UCJBO0b8pPXR86HuLrv7tn-Q>

Facebook: <https://www.facebook.com/andiasari.official/>

Instagram: [andiasari.official](https://www.instagram.com/andiasari.official/)

Zulkarnaini



Dosen Pendidikan Fisika, Fakultas FKIP, Universitas Abulyatama.

Penulis lahir di Tanjong Cengai Kabupaten Aceh Utara, Provinsi Aceh tanggal 25 Maret 1965. Penulis adalah Dosen LLDIKTI XIII Wilayah Aceh dpk pada Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Universitas Abulyatama. Menyelesaikan Pendidikan S1 pendidikan Fisika Universitas Syiah Kuala Banda Aceh dan S2 Jurusan MIPA Prodi Agroklimatologi IPB Bogor. Saat ini Mei 2023 sedang memperbaiki Disertasi dalam rangka menyelesaikan program Doktor pada Program Studi Pendidikan Agama Islam (PAI) UIN Ar-Raniry Darussalam Banda Aceh. Penulis telah menyelesaikan beberapa e-book yang ber-ISBN dan mendapatkan HAKI sebanyak delapan buah, yaitu Evaluasi Pembelajaran, Fisika Dasar Pada Industri, Metodologi Penelitian Kuantitatif, Metode Pembelajaran Kreatif dan Aplikasi Pembelajaran Digital serta Metode Pengembangan Moral Nilai Agama. Penulis juga menekuni bidang lainnya seperti Fisika, Statistik, Metodologi Pendidikan dan Evaluasi Pembelajaran dan beberapa disiplin ilmu lainnya sesuai mata kuliah pada prodi pendidikan fisika FKIP Universitas Abulyatama.

Hartatik, S.Si., M.Si.



Dosen Program Studi Teknik Informatika, Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Hartatik, S.Si., M.Si. CSOPA, CODP, CBOA, CLMA, CPRW., mengawali profesi sebagai dosen di Perguruan Tinggi di Surabaya tahun 2001-2005. Pengalaman praktis analisa data dan manajerial diantaranya di

perusahaan multinasional bidang multimedia dan TI di Surabaya sebagai manager operasional tahun 2004-2009, diamanti sebagai Pengelola program studi Teknik Informatika, 2018-sekarang, serta konsultan pengolahan dan analisa data. Saat ini penulis aktif mengajar di Universitas Sebelas Maret Surakarta Program Studi Teknik Informatika dari tahun 2009 hingga sekarang juga aktif dalam komunitas bidang teknologi informasi sesuai dengan bidang riset yang ditekuni yaitu giat perempuan dan SDM, digital payment, bigdata, artificial intelligence(AI), business intelligence, Machine learning, Decision Support System, Applied data sciennce and AI.
Korespondensi: hartatik.uns@gmail.com

Ahmad Choirul Anam, M.Pd.



Dosen Tadris Matematika, Fakultas Tarbiyah, Universitas Ibrahimy, Situbondo. Penulis lahir di Banyuwangi pada 02 Juli 1994. Penulis adalah anak pertama dari dua bersaudara yang merupakan dosen Tadris Matematika Fakultas Tarbiyah Universitas Ibrahimy Situbondo.

Menyelesaikan Pendidikan S1 pada program studi Pendidikan Matematika di UIN Sunan Ampel Surabaya, kemudian melanjutkan Pendidikan S2 pada program studi Pendidikan Matematika di Universitas Negeri Surabaya. Penulis menenuki bidang Pendidikan Matematika, utamanya pada pengajaran dan pembelajaran. Karya buku yang telah ditulis dan diterbitkan adalah Buku Matematika kelas XII dan Pedoman untuk Guru Matematika kelas XII yang diterbitkan tahun 2021, serta menulis Buku Matematika Kelas VIII dan Pedoman untuk Guru Matematika Kelas VIII yang diterbitkan pada tahun 2022 oleh Pusat Perbukuan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.

Suparto, S.Si., M.T.



Dosen Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri ITATS. Penulis lahir di Tegal, tanggal 7 April 1973. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya (ITATS). Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Statistika ITS dan melanjutkan S2 pada Jurusan Teknik Industri ITS. Penulis menekuni bidang keahlian; Matematika, Statistik Industri, Pengendalian dan Penjaminan Mutu dan beberapa matakuliah yang ada di Jurusan Teknik Industri. Buku yang pernah ditulis bersama dengan beberapa penulis yang lain adalah buku **Kalkulus**, penerbit PT. GET Press tahun 2023. e-mail: suparto@itats.ac.id

Jacomina Vonny Litamahuputty



Dosen Pada Program Studi Akuntansi, Politeknik Negeri Ambon. Penulis lahir di Itawaka, 25 Juni 1977. Pendidikan SD sampai SLTA diselesaikan di Ambon. Pendidikan S1 ditempuh pada Jurusan Manajemen Fakultas Ekonomi Universitas Kristen Satya Wacana (2002). Pendidikan S2 diselesaikan di Magister Manajemen Fakultas Ekonomi Universitas Kristen Satya Wacana (2011). Penulis adalah Dosen tetap pada Program Studi Akuntansi Politeknik Negeri Ambon, dan pernah menjabat sebagai Kepala Laboratorium Jurusan Akuntansi Politeknik Negeri Ambon periode 2016-2020. Penulis mengajar mata kuliah Matematika Keuangan, Manajemen Keuangan, Statistik, dan Anggaran. Selain mengajar, penulis aktif mengembangkan

bahan pengajaran dan membuat jurnal ilmiah dalam bidang manajemen keuangan dan akuntansi.

Fathan Mubina Dewadi



Dosen Universitas Buana Perjuangan Karawang.

Fathan Mubina Dewadi merupakan pria yang berusia 30 tahun sudah tertarik dengan bidang Pendidikan tinggi sejak tahun 2015. Sejak lulus jurusan Teknik mesin program pascasarjana Universitas Pancasila. Kini penulis sedang bekerja sebagai dosen tetap program studi Teknik mesin di Universitas Buana Perjuangan Karawang. Kini kesibukan penulis ialah lebih menghabiskan waktu untuk mengajar dan menulis. Karya-karya yang telah dibuat dimuat di media *online*, jurnal nasional, jurnal internasional dan jurnal nasional bereputasi. Sudah lebih dari 50 karya yang telah dibuat dan sedang proses untuk pembuatan buku dan bab buku. Jurnal yang telah ditulis bekerjasama dengan para pakar di luar negeri dan dalam negeri.

Dra. EC. Dyah Rini Prihastuty, M.M.



Penulis dengan latar belakang Pendidikan: S1 Fakultas Ekonomi Prodi Manajemen Universitas Negeri Jember. S2 Fakultas Ekonomi dan Bisnis prodi Magister Manajemen Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya. Penulis tercatat sebagai Dosen Tetap Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Prodi Manajemen, Universitas 17 Agustus 1945

Surabaya. Penulis tercatat sebagai anggota Ikatan Sarjana Ekonomi Indonesia (ISEI).

Maswar, S.Pd., M.Pd.



Dosen Program Studi Tadris Matematika Fakultas Tarbiyah Universitas Ibrahimy Sukorejo Situbondo.

Penulis lahir di Padang tanggal 13 Mei 2020. Penulis adalah dosen tetap pada Penulis lahir di Sumenep, tanggal 10 April 1989. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Tadris Matematika

Fakultas Tarbiyah, Universitas Ibrahimy Situbondo. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Fakultas MIPA IKIP PGRI Jember, Jurusan Pendidikan Matematika Tahun 2012 dan melanjutkan S2 pada Pasca Sarjana Universitas Negeri Surabaya, Jurusan Magiste Pendidikan Matematika. Penulis menekuni bidang Menulis sejak di Bangku Kuliah Hingga saat ini. Karya ilmiah nasional yang dipublikasikan antara lain: Buku dengan judul “Mathemagic dan Hitung Cepat dengan Metode Singkat” diterbitkan oleh Absolute Media, Terakata Media dan Tangga Ilmu Yogyakarta (2010), Buku dengan judul “Mathemagic: Pintar Matematika dan Pintar Bersulap” diterbitkan oleh Tangga Ilmu Yogyakarta (2012), Buku dengan judul “Teknik Analisis Korelasi dan Regresi untuk Penelitian Pendidikan, Ekonomi, dan Bisnis: Dilengkapi dengan Panduan Penggunaan SPSS 23 Dan Eviews 8.1” diterbitkan oleh Salsabila Jember (2018), Buku dengan judul “Merawat Peradaban Pesantren” diterbitkan oleh Tanwirul Afkar Situbondo (2020). Selanjutnya, beberapa karya Buku lainnya berjudul “Pengantar Matematika Dasar: Untuk Mahasiswa, Guru, dan Pegiat Matematika” diterbitkan oleh PT. Global Eksekutif Teknologi Padang (2022), Buku Kolaboratif dengan judul “Ilmu Pendidikan”, dan Geometri Ruang dan Bidang diterbitkan oleh PT. Global Eksekutif Teknologi Padang (2023).

Sementara, karya ilmiah artikel nasional dan internasional dapat di searching melalui alamat GS berikut: https://scholar.google.com/citations?user=c_ikLTIAAAAJ&hl=id&oi=ao. Penulis dapat dihubungi melalui HP 081249268720, dengan alamat email: maswar@ibrahimy.ac.id, Scopus ID: 57219872153, WoS Researcher ID: AAB-2456-2020, dan Sinta ID: 6711489.

Wara Alfa Syukrilla, M.Sc.



Dosen Statistika, Fakultas Psikologi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.

Penulis adalah dosen statistika pada Fakultas Psikologi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Statistika di Universitas Brawijaya dan melanjutkan S2 Master of Statistics di Universiteit Hasselt, Belgia dengan beasiswa penuh dari pemerintah Belgia yaitu beasiswa VLIR UOS. Penulis menekuni bidang stastisika, spatial statistics, psychometrics, dan biostatistics. Saran yang membangun terkait tulisan ini dapat dikomunikasikan dengan penulis di email wara.alfa@uinjkt.ac.id.

Dr. Nani Sari Murni, SKM., M.Kes.



Dosen Program Studi Kesehatan Masyarakat STIK Bina Husada Palembang.

Penulis lahir di Teluk Betung, Propinsi Lampung, 03 Februari 1979. Penulis menempuh pendidikan S1 Kesehatan Masyarakat di prodi Kesehatan Masyarakat STIK Bina Husada Palembang dan berhasil menyelesaikan studi pada tahun 2004. Penulis melanjutkan pendidikan ke strata 2 pada tahun 2008 dan berhasil

menyelesaikan studi S2 di prodi BIOMEDIK Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya pada tahun 2011. Lima tahun kemudian, penulis melanjutkan studi ke strata 3 dan menyelesaikan studi S3 di prodi BIOMEDIK FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS INDONESIA, tepatnya pada bulan Agustus 2020 yang lalu, dengan predikat Cum Laude. Penulis merupakan dosen PNS LLDIKTI Wilayah II yang dipekerjakan di PSKM STIK Bina Husada Palembang sejak tahun 2005 s.d saat ini.

Penulis memiliki kepakaran dibidang epidemiologi dan imunologi. Oleh karena itu, sebagai perwujudan karir sebagai dosen profesional maka penulis aktif melakukan penelitian dibidang kepakaran tersebut dan hasil penelitian telah dipublikasikan. Selain melakukan penelitian, penulis melakukan penulisan buku ini dengan harapan dapat lebih memberikan kontribusi positif bagi almamater, institusi pendidikan, serta bangsa dan negara tercinta ini.

Email Penulis: syauqi0809@gmail.com

Tatan Sukwika



Telah menyelesaikan program sarjana ilmu Agribisnis Universitas Djuanda tahun 1999, program magister sains ilmu Perencanaan Pembangunan Wilayah dan Pedesaan berhasil diselesaikannya pada tahun 2003 di IPB University, dan penulis meraih gelar doktor ilmu Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan tahun 2016 dari IPB University. Profesi karir sebagai dosen tetap pada program studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Sahid Jakarta dan profesi non-karir sebagai auditor lingkungan, asesor nasional Beban Kerja Dosen (BKD), mentor aplikasi lingkungan berkelanjutan, editor jurnal nasional dan reviewer (36 verified peer reviews by Publons,

Web of Science) jurnal internasional. Penulis memiliki kepakaran dibidang ilmu lingkungan, planologi dan sosial ekonomi. Dalam mewujudkan karir sebagai konsultan profesional, penulis pun aktif sebagai peneliti dibidang kepakarannya tersebut. Beberapa penelitian yang telah dilakukan didanai oleh internal perguruan tinggi dan juga beberapa kementerian dan lembaga setingkat pemerintah. Selain peneliti, penulis juga aktif menulis buku di IKAPI dan artikel pada jurnal nasional terakreditasi dan internasional bereputasi (h-indeks Scopus = 3 dan h-indeks Google Scholar = 10). Atas dedikasi dan kerja keras dalam menulis artikel, Universitas Sahid Jakarta memberikan penghargaan sebagai salah satu penulis Karya Ilmiah Terbaik Tahun 2022.