ISBN 978-634-255-744-8
9 786342 557648

PENGANTAR STATISTIK KESEHATAN

Penulis

Arif Rachman
Elitha Sundari Pulungan
Ismalia Husna
Karen Afian

Get Press Indonesia

PENGANTAR STATISTIK KESEHATAN

Arif Rachman
Elitha Sundari Pulungan
Ismalia Husna
Karen Afian

GET PRESS INDONESIA

PENGANTAR STATISTIK KESEHATAN

Penulis :
Arif Rachman
Elitha Sundari Pulungan
Ismalia Husna
Karen Afian

ISBN: 978-634-255-764-8

Editor : Dr. Oktavianis, M.Biomed.
Desain Sampul dan Tata Letak : Mila Sari, M. Si.

PENERBIT : GET PRESS INDONESIA
Anggota IKAPI No. 033/SBA/2022
Jl. Palarik RT 01 RW 06 Kelurahan Air Pacah
Kecamatan Koto Tangah Padang Sumatera Barat
website: www.getpress.co.id
email: adm.getpress@gmail.com

Cetakan pertama, September 2026

Hak cipta dilindungi undang-undang.
Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk
dan dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

Undang Undang Republik Indonesia Nomor 19 *Tahun 2002*
Tentang Hak Cipta

Ketentuan Pidana:

Pasal 72

1. Barangsiapa dengan sengaja dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) atau Pasal 49 ayat (1) dan ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling singkat 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp 1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/ atau denda paling banyak Rp 5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).
2. Barangsiapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu Ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/ atau denda paling banyak Rp 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga buku **"Statistik Deskriptif, Statistik Inferensial, Statistik Parametrik, dan Statistik Nonpar"** ini dapat diselesaikan dengan baik. Buku ini disusun sebagai bahan pembelajaran untuk membantu mahasiswa, peneliti, dan pembaca dalam memahami biostatistik secara sistematis, mulai dari konsep statistik deskriptif dan inferensial, jenis variabel dan skala pengukuran, populasi dan teknik sampling, distribusi data serta uji normalitas, hingga berbagai metode analisis seperti uji perbedaan, korelasi, regresi, analisis data kategorik, diagnostik, dan analisis survival. Selain membahas konsep dasar, buku ini juga memberikan perhatian pada pemilihan metode statistik yang sesuai dengan karakteristik data dan desain penelitian agar hasil analisis dapat diinterpretasikan secara tepat dan bertanggung jawab.

Sejalan dengan perkembangan penelitian dan teknologi analisis data, buku ini juga membahas penggunaan perangkat lunak statistik, *reproducible research*, manajemen data, interpretasi output, pedoman pelaporan ilmiah, serta etika dalam analisis statistik. Materi disusun secara bertahap agar pembaca tidak hanya mampu melakukan analisis statistik, tetapi juga memahami makna hasilnya dalam konteks penelitian dan pengambilan keputusan berbasis bukti. Penulis menyadari bahwa buku ini masih memiliki keterbatasan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang konstruktif sangat diharapkan untuk penyempurnaan edisi berikutnya. Semoga buku ini dapat memberikan manfaat bagi mahasiswa, akademisi, peneliti, maupun praktisi dalam meningkatkan kemampuan analisis data dan menghasilkan penelitian yang berkualitas, transparan, serta dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

.

Padang, Agustus 2026

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR i

DAFTAR ISI ii

DAFTAR GAMBAR vii

BAB 1 TERMINOLOGI DAN KONSEP DASAR STATISTIK 1

1.1 Sejarah Statistik 1

1.2 Terminologi dalam Statistik 2

1.3 Evidence-Based Medicine 4

1.4 Konsep Probabilitas 5

1.5 Sekilas Macam Uji Statistik 6

1.6 Penggunaan Statistik dalam Ilmu Kedokteran Militer 8

Review Questions 9

Jawaban 9

DAFTAR PUSTAKA 11

BAB 2 PERHITUNGAN BESAR SAMPEL 13

2.1 Populasi dan Sampel 13

2.2 Perhitungan Besar Sampel untuk Data Kategorik 14

2.3 Perhitungan Besar Sampel untuk Data Numerik Secara Manual 16

2.4 Kalkulator Besar Sampel MSD 17

Review Questions 18

Jawaban 19

DAFTAR PUSTAKA 20

BAB 3 KONSEP STATISTIK DESKRIPTIF DAN INFERENSIAL SERTA PARAMETRIK DAN NONPARAMETRIK 21

3.1 Skala Variabel Data (Nominal, Ordinal, Interval, Rasio) 21

3.2 Konsep Statistik Deskriptif 22

3.3 Data dan Ukuran dalam Statistik Deskriptif 24

3.4 Konsep Statistik Inferensial 25
3.5 Distribusi Data dan Uji Normalitas 26
3.6 Konsep Statistik Parametrik dan Nonparametrik 28
Review Questions 29
Jawaban 29
DAFTAR PUSTAKA 31
BAB 4 UJI STATISTIK UNTUK DATA KATEGORIK 33
4.1 Uji Chi-Square 33
4.2 Uji Fisher Exact 34
4.3 Uji Kolmogorov–Smirnov untuk Data Kategorik 35
4.4 Uji McNemar 37
4.5 Uji Cochran dan Marginal Homogeneity 38
4.6 Uji Friedman dan Teknik Penyederhanaan Kolom 39
Review Questions 41
Jawaban 41
DAFTAR PUSTAKA 42
BAB 5 UJI STATISTIK DATA NUMERIK – KORELASI 43
5.1 Korelasi Pearson Product Moment 43
5.2 Korelasi Spearman Rank 44
5.3 Korelasi Kendall Rank 46
5.4 Korelasi Berganda 47
5.5 Perhitungan Korelasi Secara Manual 48
Review Questions 50
Jawaban 50
DAFTAR PUSTAKA 51
BAB 6 UJI STATISTIK DATA NUMERIK–KATEGORIK 53
6.1 T-Test Berpasangan 53
6.2 Uji Wilcoxon Signed-Rank 54
6.3 T-Test Tidak Berpasangan 55

6.4 Uji Mann–Whitney 57
6.5 One-Way ANOVA dan Kruskal–Wallis 58
6.6 Repeated ANOVA dan Uji Friedman 59
Review Questions 61
Jawaban 61
DAFTAR PUSTAKA 62
BAB 7 ANALISIS MULTIVARIAT DAN REGRESI LINIER – REGRESI LOGISTIK – ANALISIS SURVIVAL 63
7.1 Analisis Multivariat 63
7.2 Uji Diagnostik dan Uji Prognostik 64
7.3 Regresi Linier 66
7.4 Regresi Logistik 67
7.5 Analisis Survival 68
Review Questions 70
Jawaban 70
DAFTAR PUSTAKA 71
BAB 8 UJI STATISTIK DALAM PENELITIAN KUALITATIF DAN APLIKASI NVIVO / ATLAS.TI 73
8.1 Macam Instrumen Penelitian Kualitatif 73
8.2 Jenis Data pada Penelitian Kualitatif 74
8.3 Triangulasi Data 76
8.4 Pengenalan Software NVivo / ATLAS.TI 77
8.5 Demonstrasi Analisis Data dengan NVivo / Atlas.ti 78
Review Questions 80
Jawaban 80
DAFTAR PUSTAKA 81
BAB 9 META-ANALISIS DAN APLIKASINYA 83
9.1 Konsep Meta-Analisis 83
9.2 Tahapan Meta-Analisis 84

9.3 Model Efek Tetap dan Efek Acak 86
9.4 Bias Publikasi dan Analisis Sensitivitas 88
9.5 Demonstrasi Analisis Meta-Analisis 89
Review Questions 91
Jawaban 91
DAFTAR PUSTAKA 92
BAB 10 PENGENALAN DASAR SPSS 93
10.1 Pengenalan Software SPSS 93
10.2 Struktur Data dalam SPSS 94
10.3 Dasar Pengerjaan SPSS: Input Data 95
10.4 Pengenalan Fungsi Dasar SPSS 97
Review Questions 99
Jawaban 99
DAFTAR PUSTAKA 100
BAB 11 MENGINPUT DATA DAN MELAKUKAN ANALISIS UNIVARIAT DENGAN SPSS 101
11.1 Input Data dalam SPSS 101
11.2 Compute Data dalam SPSS 102
11.3 Analisis Univariat dalam SPSS 103
11.4 Interpretasi Data Univariat 105
Review Questions 107
Jawaban 107
DAFTAR PUSTAKA 108
BAB 12 UJI STATISTIK DATA KORELASI DENGAN MENGGUNAKAN SPSS 109
12.1 Analisis Bivariat Data Kategorik dengan SPSS 109
12.2 Analisis Bivariat Data Korelasi Numerik dengan SPSS 110
12.3 Interpretasi Data Korelasi dengan SPSS 111
Review Questions 113
Jawaban 113

DAFTAR PUSTAKA 114

BAB 13 UJI STATISTIK DATA NUMERIK–KATEGORIK DENGAN MENGGUNAKAN SPSS 115

13.1 Analisis Bivariat Numerik–Kategorik Dua Kelompok dengan SPSS 115

13.2 Analisis Numerik–Kategorik Lebih dari Dua Kelompok dengan SPSS 116

13.3 Analisis Numerik–Kategorik Berpasangan dengan SPSS 117

13.4 Interpretasi Hasil Uji Numerik–Kategorik di SPSS 119

Review Questions 121

Jawaban 121

DAFTAR PUSTAKA 122

BIODATA PENULIS 123

BIODATA PENULIS 132

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1. Tokoh dan visualisasi awal perkembangan statistik kesehatan. 2
Gambar 1. 2. Konsep populasi–sampel dan jenis variabel dalam statistik. 3
Gambar 1. 3. Piramida evidence-based medicine dan contoh forest plot meta-analisis. 5
Gambar 1. 4. Contoh distribusi probabilitas: normal, binomial, dan Poisson. 6
Gambar 1. 5. Klasifikasi uji statistik dan alur pengujian hipotesis. 7
Gambar 1. 6. Penerapan statistik dalam sistem trauma dan triase militer. 9
Gambar 2. 1. Hubungan populasi, sampel, dan inferensi statistik serta metode sampling. 14
Gambar 2. 2. Rumus dan konsep perhitungan besar sampel proporsi dan dua kelompok kategorik. 15
Gambar 2. 3. Rumus besar sampel numerik dan hubungan effect size dengan ukuran sampel. 17
Gambar 2. 4. Contoh kalkulator besar sampel statistik kesehatan (G*Power/OpenEpi). 18
Gambar 3. 1. Skala pengukuran data: nominal, ordinal, interval, dan rasio. 22
Gambar 3. 2. Penyajian statistik deskriptif dalam tabel, histogram, dan boxplot. 23
Gambar 3. 3. Ukuran pemusatan dan penyebaran dalam distribusi data. 25
Gambar 3. 4. Konsep inferensi statistik: sampel, populasi, dan interval kepercayaan. 26
Gambar 3. 5. Distribusi normal vs tidak normal dan contoh Q–Q plot. 27
Gambar 3. 6. Perbandingan statistik parametrik dan nonparametrik serta teorema limit pusat. 29
Gambar 4. 1. Tabel kontingensi dan konsep uji Chi-square. 34
Gambar 4. 2. Tabel 2×2 dan konsep distribusi hipergeometrik pada uji Fisher. 35
Gambar 4. 3. Perbandingan distribusi kumulatif pada uji Kolmogorov–Smirnov. 36
Gambar 4. 4. Tabel berpasangan 2×2 pada uji McNemar. 38

Gambar 4. 5. Konsep uji Cochran Q dan marginal homogeneity pada data berulang. 39
Gambar 4. 6. Peringkat data berulang pada uji Friedman. 40
Gambar 5. 1. Hubungan linear dan koefisien korelasi Pearson pada scatterplot. 44
Gambar 5. 2. Hubungan monotonic pada korelasi Spearman berbasis peringkat. 45
Gambar 5. 3. Konsep pasangan konkordan dan diskordan pada korelasi Kendall. 47
Gambar 5. 4. Konsep korelasi berganda dan hubungan beberapa prediktor dengan outcome. 48
Gambar 5. 5. Langkah perhitungan manual korelasi Pearson dan Spearman. 49
Gambar 6. 1. Perbandingan data numerik berpasangan sebelum–sesudah pada uji t berpasangan. 54
Gambar 6. 2. Konsep peringkat selisih pada uji Wilcoxon signed-rank. 55
Gambar 6. 3. Perbandingan rerata dua kelompok independen pada uji t tidak berpasangan. 56
Gambar 6. 4. Perbandingan peringkat dua kelompok pada uji Mann–Whitney. 58
Gambar 6. 5. Perbandingan beberapa kelompok pada ANOVA dan Kruskal–Wallis. 59
Gambar 6. 6. Perbandingan pengukuran berulang pada repeated ANOVA dan Friedman. 60
Gambar 7. 1. Konsep analisis multivariat dengan beberapa prediktor terhadap outcome. 64
Gambar 7. 2. Kurva ROC dan matriks sensitivitas–spesifisitas uji diagnostik. 65
Gambar 7. 3. Model regresi linier sederhana dan berganda pada data kontinu. 67
Gambar 7. 4. Kurva probabilitas regresi logistik dan interpretasi odds ratio. 68
Gambar 7. 5. Kurva Kaplan–Meier dan konsep hazard ratio pada regresi Cox. 69
Gambar 8. 1. Instrumen penelitian kualitatif: wawancara, FGD, dan observasi. 74

Gambar 8. 2. Contoh transkrip wawancara dan proses pengkodean data kualitatif. 75
Gambar 8. 3. Konsep triangulasi sumber, metode, dan peneliti dalam penelitian kualitatif. 77
Gambar 8. 4. Antarmuka NVivo dan Atlas.ti dalam proses pengkodean data kualitatif. 78
Gambar 8. 5. Proses analisis tematik: coding → kategori → tema. 79
Gambar 9. 1. Konsep meta-analisis dan forest plot penggabungan ukuran efek studi. 84
Gambar 9. 2. Diagram alur PRISMA dalam proses seleksi studi meta-analisis. 86
Gambar 9. 3. Perbandingan model efek tetap dan efek acak dalam meta-analisis. 88
Gambar 9. 4. Funnel plot untuk deteksi bias publikasi dalam meta-analisis. 89
Gambar 9. 5. Analisis meta-analisis menggunakan perangkat lunak RevMan. 90
Gambar 10. 1. Antarmuka SPSS: Data View dan Output Viewer. 94
Gambar 10. 2. Struktur dataset dan pengaturan variabel dalam SPSS. 95
Gambar 10. 3. Proses input data dan pemeriksaan frekuensi di SPSS. 96
Gambar 10. 4. Output statistik deskriptif dan regresi dalam SPSS. 98
Gambar 11. 1. Proses input data dan impor dataset ke SPSS. 102
Gambar 11. 2. Fitur Compute dan Recode Variable dalam SPSS. 103
Gambar 11. 3. Output analisis univariat: tabel statistik deskriptif dan histogram. 104
Gambar 11. 4. Interpretasi distribusi data dan outlier pada boxplot SPSS. 106
Gambar 12. 1. Output Crosstabs dan uji Chi-square pada SPSS. 110
Gambar 12. 2. Output korelasi Pearson/Spearman dan scatterplot SPSS. 111
Gambar 12. 3. Skala kekuatan korelasi dan arah hubungan pada scatterplot. 112
Gambar 13. 1. Output independent t-test dan Mann–Whitney pada SPSS. 116
Gambar 13. 2. Output One-Way ANOVA dan Kruskal–Wallis pada SPSS. 117
Gambar 13. 3. Output paired t-test dan Wilcoxon pada SPSS. 119
Gambar 13. 4. Interpretasi perbedaan rerata dan interval kepercayaan. 120

BAB 1

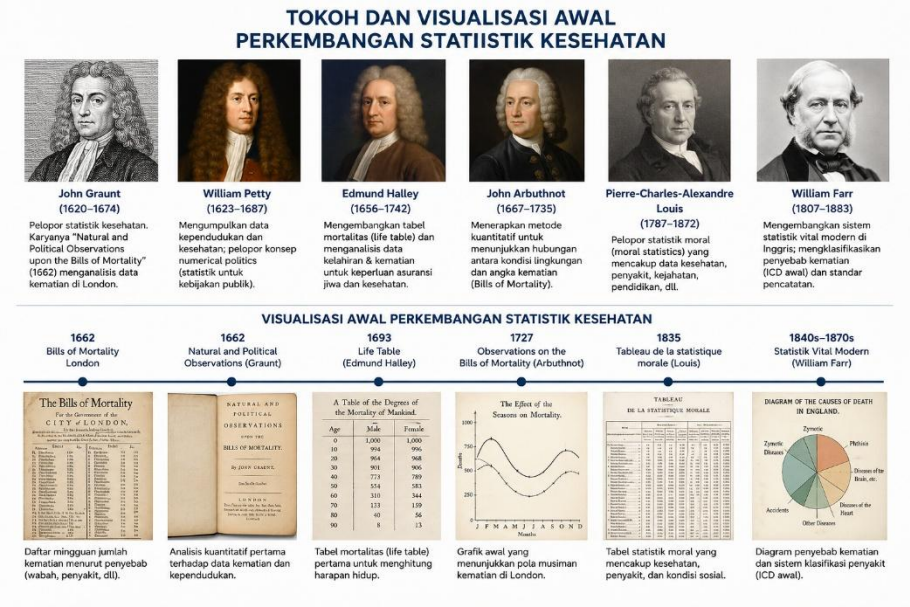
TERMINOLOGI DAN KONSEP DASAR STATISTIK

1.1 Sejarah Statistik

Statistik merupakan disiplin ilmu yang berkembang dari kebutuhan manusia untuk memahami fenomena populasi dan ketidakpastian dalam kehidupan sosial maupun ilmiah. Awal perkembangan statistik modern sering dikaitkan dengan karya John Graunt pada abad ke-17 yang menganalisis data kematian di London dan memperkenalkan tabel kehidupan sebagai dasar demografi kuantitatif. Pendekatan kuantitatif ini berkembang pada abad ke-19 melalui Karl Pearson yang memperkenalkan korelasi dan distribusi normal dalam analisis data biologis. Pada abad ke-20, Ronald Fisher mengintegrasikan probabilitas dengan desain eksperimen dan inferensi statistik sehingga statistik menjadi metodologi ilmiah utama penelitian modern. Evolusi ini menjadikan statistik sebagai fondasi penelitian empiris dalam sains dan kesehatan. Menurut Spiegelhalter (2020), perkembangan statistik kesehatan modern dipicu oleh kebutuhan analisis risiko populasi dan pengambilan keputusan berbasis data.

Dalam ilmu kesehatan, perkembangan statistik memiliki hubungan erat dengan epidemiologi dan kesehatan masyarakat. Florence Nightingale menggunakan grafik statistik untuk menunjukkan hubungan sanitasi dengan mortalitas tentara dalam Perang Krimea, yang kemudian menjadi dasar epidemiologi visual modern. Statistik kesehatan kemudian berkembang menjadi biostatistik yang mengintegrasikan metode statistik dengan penelitian klinis dan kesehatan populasi. Pendekatan kuantitatif tersebut memungkinkan evaluasi intervensi kesehatan secara objektif dan terukur. Menurut Van Calster et al. (2019), model statistik modern telah menjadi komponen utama penelitian klinis dan epidemiologi. Perkembangan teknologi komputasi dan data besar selanjutnya

memperluas penerapan statistik dalam prediksi kesehatan dan kebijakan publik.



Gambar 1. 1. Tokoh dan visualisasi awal perkembangan statistik kesehatan.
Sumber: Wikimedia Commons (public domain).

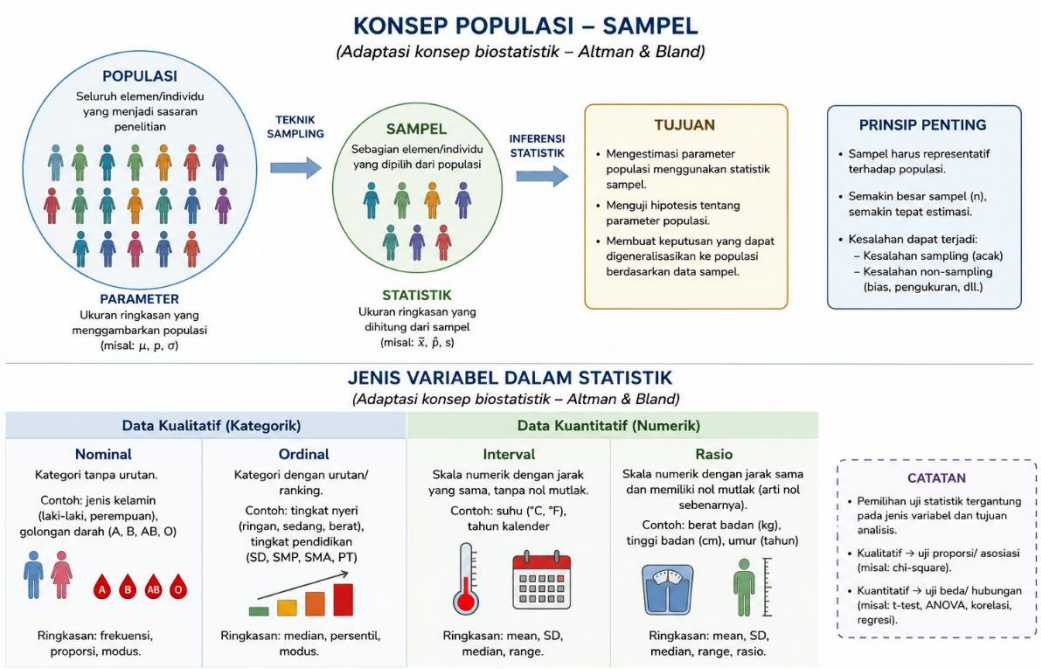
1.2 Terminologi dalam Statistik

Terminologi statistik merupakan dasar pemahaman analisis data dan penelitian ilmiah. Populasi didefinisikan sebagai seluruh individu atau objek yang menjadi sasaran penelitian, sedangkan sampel adalah sebagian populasi yang diambil untuk dianalisis. Parameter merupakan ukuran numerik populasi, sedangkan statistik adalah ukuran yang dihitung dari sampel. Perbedaan antara parameter dan statistik penting karena inferensi statistik bertujuan memperkirakan parameter populasi dari data sampel. Menurut Altman dan Bland (2020), pemahaman terminologi statistik yang tepat merupakan prasyarat interpretasi hasil penelitian medis yang valid.

Variabel adalah karakteristik yang dapat diukur atau dikategorikan dalam penelitian dan dapat berupa variabel numerik maupun kategorik. Variabel independen adalah faktor yang memengaruhi, sedangkan variabel dependen adalah hasil yang diukur.

Selain itu terdapat variabel perancu yang dapat memengaruhi hubungan variabel independen dan dependen sehingga perlu dikendalikan dalam analisis. Kesalahan identifikasi variabel dapat menyebabkan bias dan kesimpulan keliru dalam penelitian klinis. Menurut VanderWeele (2019), pengendalian variabel perancu merupakan aspek penting dalam validitas kausalitas penelitian observasional.

Terminologi lain yang penting adalah distribusi data, varians, standar deviasi, dan interval kepercayaan yang menggambarkan variasi dan ketidakpastian estimasi. Distribusi normal merupakan distribusi probabilitas kontinu yang banyak digunakan dalam analisis parametrik. Konsep kesalahan pengukuran dan variasi biologis juga menjadi bagian terminologi statistik kesehatan. Menurut Wasserstein et al. (2019), interpretasi statistik harus mempertimbangkan variasi dan ketidakpastian, bukan hanya nilai p. Terminologi tersebut menjadi dasar seluruh metode statistik lanjut.



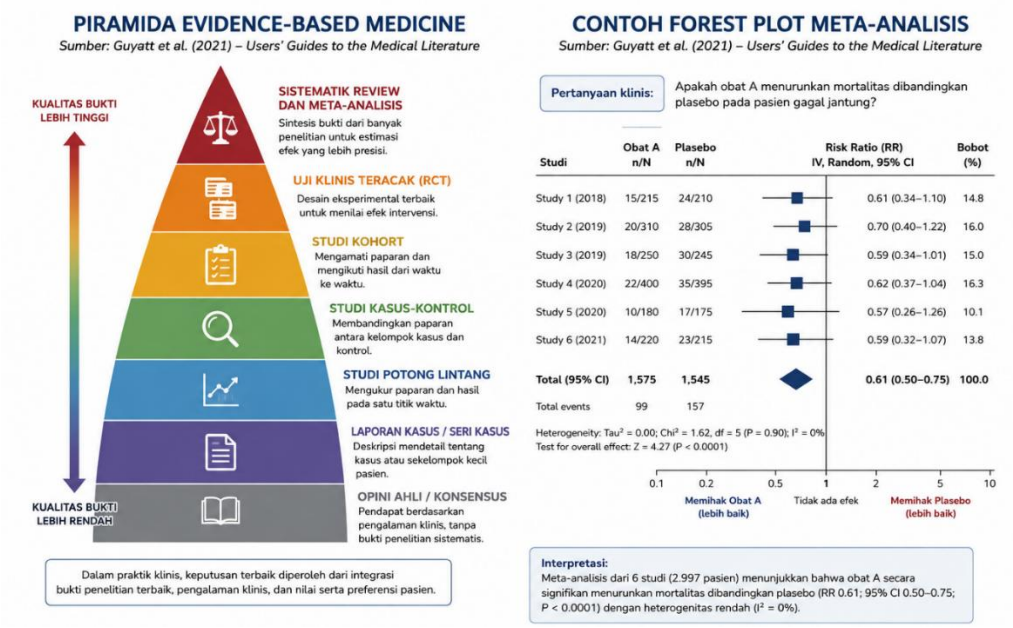
Gambar 1. 2. Konsep populasi–sampel dan jenis variabel dalam statistik.

Sumber: Adaptasi konsep biostatistik (Altman & Bland).

1.3 Evidence-Based Medicine

Evidence-based medicine (EBM) merupakan pendekatan pengambilan keputusan klinis yang mengintegrasikan bukti ilmiah terbaik, pengalaman klinis, dan nilai pasien. Statistik berperan utama dalam EBM karena bukti ilmiah diperoleh melalui analisis data penelitian klinis dan epidemiologi. Hierarki bukti menempatkan meta-analisis dan uji klinis acak sebagai tingkat tertinggi karena memiliki validitas internal tinggi dan bias minimal. Statistik memungkinkan kuantifikasi efek terapi, risiko, dan ketidakpastian sehingga keputusan klinis menjadi objektif. Menurut Guyatt et al. (2021), EBM bergantung pada estimasi efek statistik yang valid dan interpretasi yang tepat.

Dalam praktik klinis modern, statistik digunakan untuk mengevaluasi efektivitas intervensi, akurasi diagnostik, dan prognosis penyakit. Ukuran efek seperti risiko relatif, odds ratio, dan hazard ratio dihitung menggunakan metode inferensial. Interpretasi ukuran efek harus mempertimbangkan interval kepercayaan dan signifikansi klinis, bukan hanya signifikansi statistik. Menurut McCulloch et al. (2022), keputusan medis berbasis bukti harus mengintegrasikan estimasi statistik dengan relevansi klinis pasien. Statistik juga digunakan dalam penilaian kualitas penelitian dan risiko bias sehingga tenaga kesehatan perlu memahami metode statistik dasar.



Gambar 1. 3. Piramida evidence-based medicine dan contoh forest plot meta-analisis
Sumber: Guyatt et al. (2021).

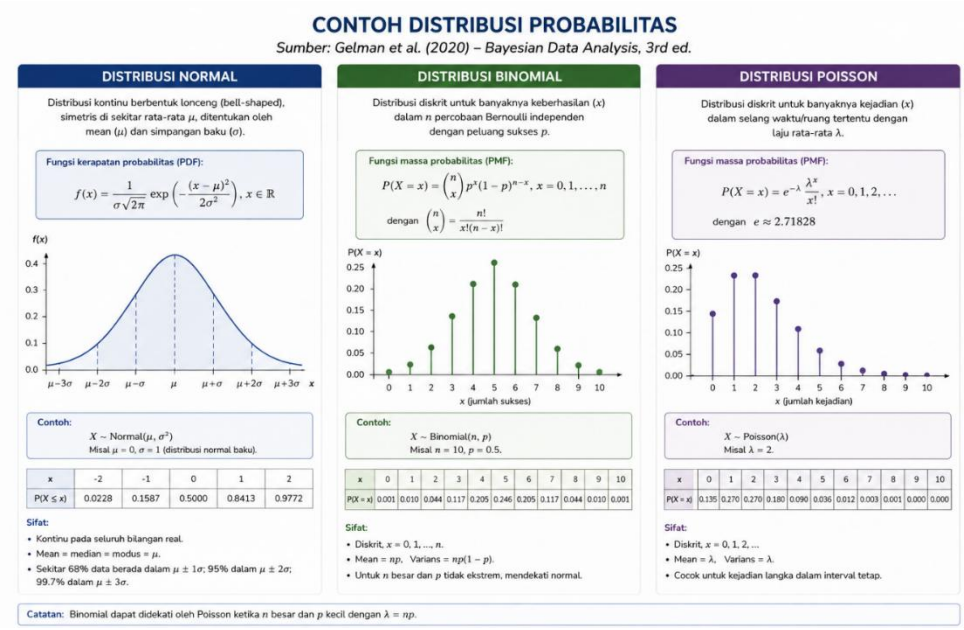
1.4 Konsep Probabilitas

Probabilitas merupakan dasar teoritis statistik yang menggambarkan peluang terjadinya suatu peristiwa dalam kondisi ketidakpastian. Secara matematis, probabilitas adalah rasio jumlah kejadian yang diinginkan terhadap seluruh kemungkinan kejadian. Dalam statistik kesehatan, probabilitas digunakan untuk memodelkan risiko penyakit, keberhasilan terapi, dan kejadian klinis. Konsep probabilitas memungkinkan estimasi ketidakpastian dalam inferensi statistik. Menurut Ross (2020), probabilitas menyediakan kerangka matematis bagi inferensi dan pengambilan keputusan statistik.

Konsep probabilitas mencakup probabilitas klasik, empiris, dan Bayesian. Probabilitas klasik didasarkan pada ruang sampel teoritis, probabilitas empiris pada frekuensi data observasi, sedangkan probabilitas Bayesian menggabungkan informasi awal dengan data baru. Pendekatan Bayesian semakin banyak digunakan dalam penelitian medis karena mampu memperbarui estimasi risiko secara dinamis. Menurut

Van de Schoot et al. (2021), metode Bayesian meningkatkan interpretasi probabilistik dalam penelitian klinis.

Distribusi probabilitas menggambarkan kemungkinan nilai variabel acak, seperti distribusi normal, binomial, dan Poisson. Distribusi normal digunakan untuk variabel kontinu, binomial untuk data dua kategori, dan Poisson untuk kejadian langka. Pemahaman distribusi probabilitas penting dalam pemilihan uji statistik dan interpretasi data. Menurut Gelman et al. (2020), hubungan distribusi probabilitas dan model statistik merupakan dasar inferensi modern.



Gambar 1. 4. Contoh distribusi probabilitas: normal, binomial, dan Poisson.
Sumber: Gelman et al. (2020).

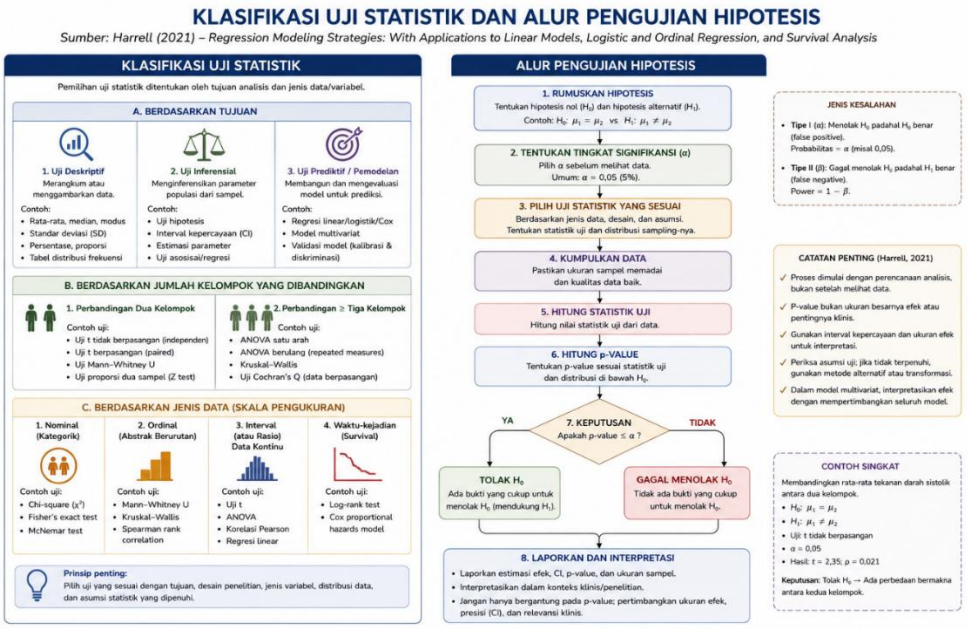
1.5 Sekilas Macam Uji Statistik

Uji statistik merupakan prosedur matematis untuk mengevaluasi hipotesis penelitian berdasarkan data sampel. Secara umum, uji statistik dibagi menjadi uji parametrik dan nonparametrik. Uji parametrik digunakan ketika data memenuhi asumsi distribusi normal dan homogenitas varians, sedangkan uji nonparametrik digunakan ketika

asumsi tersebut tidak terpenuhi. Contoh uji parametrik adalah uji t dan ANOVA, sedangkan uji nonparametrik meliputi Mann-Whitney dan Kruskal-Wallis. Menurut Kim (2017), pemilihan uji statistik harus mempertimbangkan jenis data, distribusi, dan desain penelitian.

Selain itu, uji statistik dibedakan berdasarkan tujuan analisis yaitu uji perbedaan, uji hubungan, dan uji prediksi. Uji perbedaan membandingkan kelompok, uji hubungan menilai korelasi, dan uji prediksi membangun model regresi. Dalam penelitian medis, pemilihan uji statistik harus sesuai desain studi dan skala variabel. Kesalahan pemilihan uji dapat menghasilkan interpretasi klinis yang menyesatkan. Menurut Harrell (2021), pemodelan statistik harus mempertimbangkan asumsi dan struktur data untuk menghasilkan inferensi valid.

Konsep hipotesis nol dan alternatif menjadi dasar pengujian statistik. Nilai p digunakan untuk menilai bukti terhadap hipotesis nol, sedangkan interval kepercayaan memberikan estimasi rentang parameter populasi. Statistik modern menekankan ukuran efek dan interval kepercayaan daripada hanya signifikansi p. Menurut Wasserstein et al. (2019), nilai p tidak boleh menjadi satu-satunya dasar kesimpulan ilmiah.



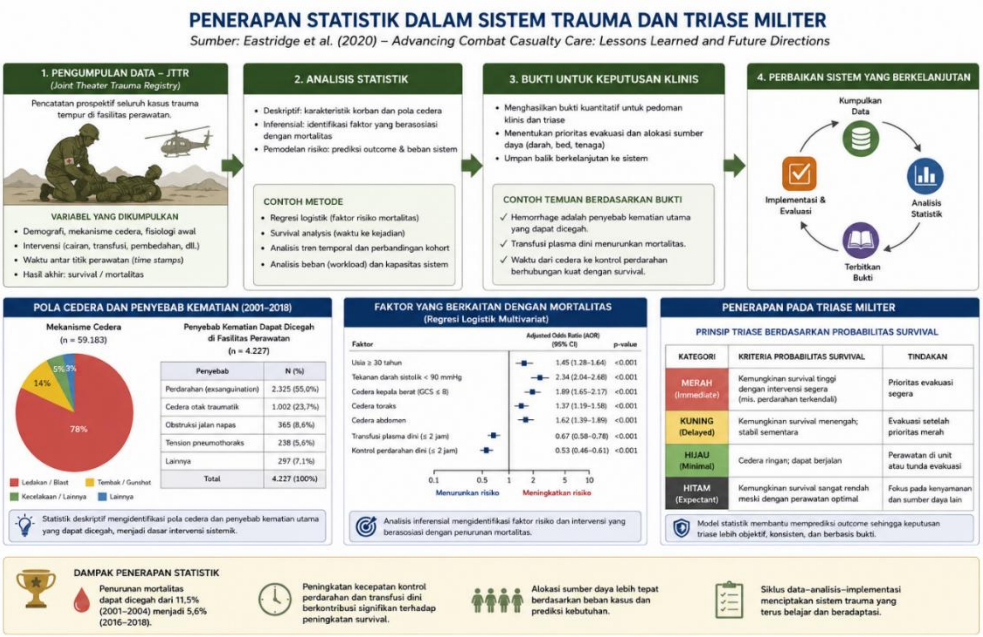
Gambar 1. 5. Klasifikasi uji statistik dan alur pengujian hipotesis.
Sumber: Harrell (2021).

1.6 Penggunaan Statistik dalam Ilmu Kedokteran Militer

Statistik memiliki peran strategis dalam kedokteran militer karena keputusan medis sering diambil dalam kondisi ketidakpastian tinggi dan sumber daya terbatas. Analisis statistik digunakan untuk mengevaluasi efektivitas intervensi medis di medan operasi seperti protokol triase, perawatan trauma, dan pencegahan infeksi. Analisis data korban tempur memungkinkan identifikasi faktor risiko mortalitas dan peningkatan sistem evakuasi medis militer. Menurut Belmont et al. (2021), analisis statistik trauma militer berkontribusi pada peningkatan survival korban tempur.

Epidemiologi militer menggunakan statistik untuk memantau kesehatan pasukan, kejadian penyakit menular, dan dampak lingkungan operasi. Analisis insiden penyakit pada pasukan di wilayah endemik membantu perencanaan vaksinasi dan profilaksis. Statistik juga digunakan dalam penelitian kedokteran penerbangan dan penyelaman untuk mengevaluasi risiko fisiologis ekstrem. Menurut Craig et al. (2022), statistik epidemiologi militer penting dalam kesiapsiagaan kesehatan pasukan dan operasi kemanusiaan.

Selain itu, statistik digunakan dalam perencanaan logistik medis militer seperti kebutuhan obat, tenaga medis, dan fasilitas kesehatan lapangan. Model prediktif statistik membantu estimasi jumlah korban dalam konflik atau bencana. Pendekatan ini memungkinkan perencanaan kapasitas medis yang efisien dan respons cepat terhadap krisis. Menurut Eastridge et al. (2020), analisis statistik sistem trauma militer telah meningkatkan kualitas perawatan korban tempur.



Gambar 1. 6. Penerapan statistik dalam sistem trauma dan triase militer.
Sumber: Eastridge et al. (2020).

Review Questions

1. Jelaskan perkembangan sejarah statistik hingga menjadi biostatistik modern.
2. Apa perbedaan parameter dan statistik dalam inferensi?
3. Mengapa statistik penting dalam evidence-based medicine?
4. Jelaskan hubungan probabilitas dengan inferensi statistik.
5. Apa peran statistik dalam kedokteran militer modern?

Jawaban

1. Statistik berkembang dari demografi Graunt, korelasi Pearson, inferensi Fisher, hingga biostatistik modern dalam penelitian kesehatan.
2. Parameter adalah ukuran populasi, sedangkan statistik adalah ukuran sampel yang digunakan untuk mengestimasi parameter.

3. Statistik memungkinkan evaluasi efek terapi, diagnosis, dan prognosis secara objektif.
4. Probabilitas memungkinkan estimasi ketidakpastian sehingga kesimpulan sampel dapat digeneralisasi ke populasi.
5. Statistik digunakan dalam analisis trauma, epidemiologi pasukan, dan perencanaan logistik medis militer.

DAFTAR PUSTAKA

Altman, D. G., & Bland, J. M. (2020). Statistics notes: Variables and parameters. *BMJ*, 368, m104.

Belmont, P. J., et al. (2021). Risk factors for combat casualty mortality. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 91(2), 252–259.

Craig, S. C., et al. (2022). Military epidemiology and global health surveillance. *Military Medicine*, 187(5–6), e561–e568.

Eastridge, B. J., et al. (2020). Death on the battlefield: Implications for military trauma care. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 89(1), S20–S26.

Gelman, A., et al. (2020). Bayesian workflow. *Statistics and Computing*, 30, 1–22.

Guyatt, G. H., et al. (2021). Evidence-based medicine: Principles and practice. *JAMA*, 326(9), 821–822.

Harrell, F. E. (2021). Statistical thinking in clinical research. *Journal of Clinical Epidemiology*, 139, 1–10.

McCulloch, P., et al. (2022). Interpretation of treatment effects in clinical research. *The Lancet*, 399(10326), 2103–2112.

Ross, S. M. (2020). Probability models in statistical inference. *Annals of Statistics*, 48(3), 1330–1350.

Spiegelhalter, D. (2020). The art of statistics in health data. *Annual Review of Statistics and Its Application*, 7, 1–21.

Van Calster, B., et al. (2019). Calibration of predictive models. *BMC Medicine*, 17, 230.

Van de Schoot, R., et al. (2021). Bayesian statistics in medical research. *Nature Reviews Methods Primers*, 1, 1–17.

Wasserstein, R. L., et al. (2019). Moving beyond p-values. *The American Statistician*, 73(sup1), 1–19.

BAB 2
PERHITUNGAN BESAR SAMPEL

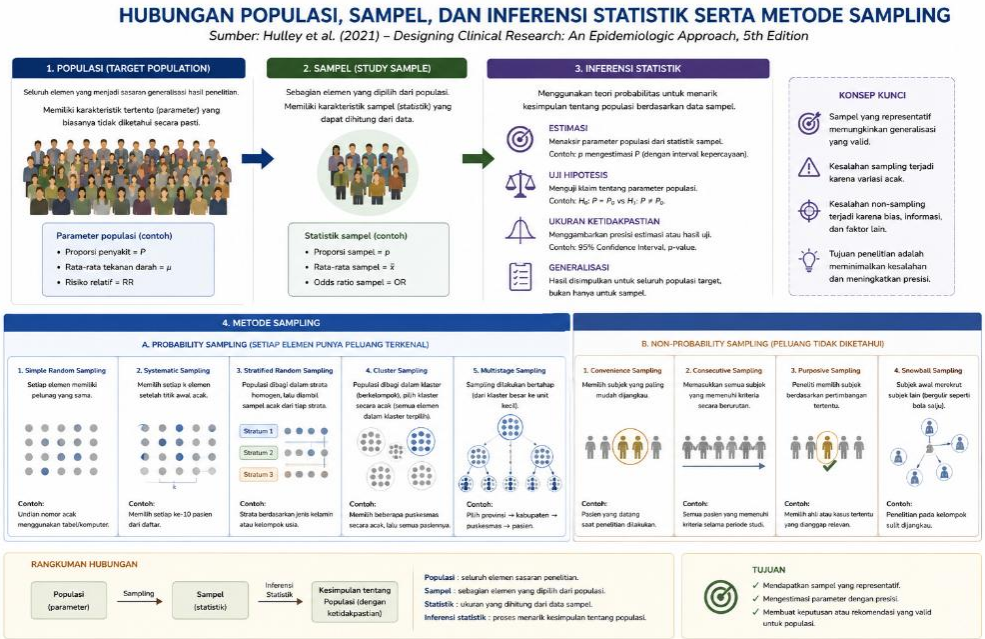
2.1 Populasi dan Sampel

Populasi merupakan keseluruhan individu atau unit analisis yang memiliki karakteristik tertentu sesuai tujuan penelitian, sedangkan sampel adalah sebagian populasi yang dipilih untuk dianalisis secara statistik. Dalam penelitian kesehatan, populasi dapat berupa pasien, tenaga kesehatan, atau kejadian klinis dalam wilayah tertentu. Sampel diambil karena keterbatasan sumber daya dan waktu, sehingga tidak memungkinkan meneliti seluruh populasi. Oleh karena itu, metode sampling harus memastikan sampel representatif terhadap populasi. Menurut Hulley et al. (2021), representativitas sampel merupakan syarat utama validitas eksternal penelitian klinis.

Ukuran sampel (sample size) merupakan jumlah subjek yang diperlukan untuk mencapai tujuan penelitian dengan tingkat ketelitian tertentu. Ukuran sampel yang terlalu kecil dapat menyebabkan penelitian tidak memiliki kekuatan statistik (power) yang cukup untuk mendeteksi perbedaan nyata. Sebaliknya, ukuran sampel terlalu besar dapat menimbulkan pemborosan sumber daya dan potensi masalah etika dalam penelitian klinis. Oleh karena itu, perhitungan besar sampel harus dilakukan sebelum penelitian dimulai. Menurut Riley et al. (2020), perencanaan ukuran sampel yang tepat merupakan komponen penting desain penelitian medis berkualitas tinggi.

Konsep populasi dan sampel berkaitan dengan inferensi statistik, yaitu penarikan kesimpulan tentang populasi berdasarkan data sampel. Validitas inferensi bergantung pada metode sampling dan ukuran sampel yang memadai. Sampling acak sederhana, stratifikasi, dan cluster merupakan metode sampling probabilitas yang umum digunakan dalam penelitian kesehatan. Metode nonprobabilitas seperti purposive sampling digunakan dalam penelitian eksploratif namun memiliki keterbatasan

generalisasi. Menurut Acharya et al. (2019), kesalahan sampling merupakan sumber utama bias dalam penelitian observasional.



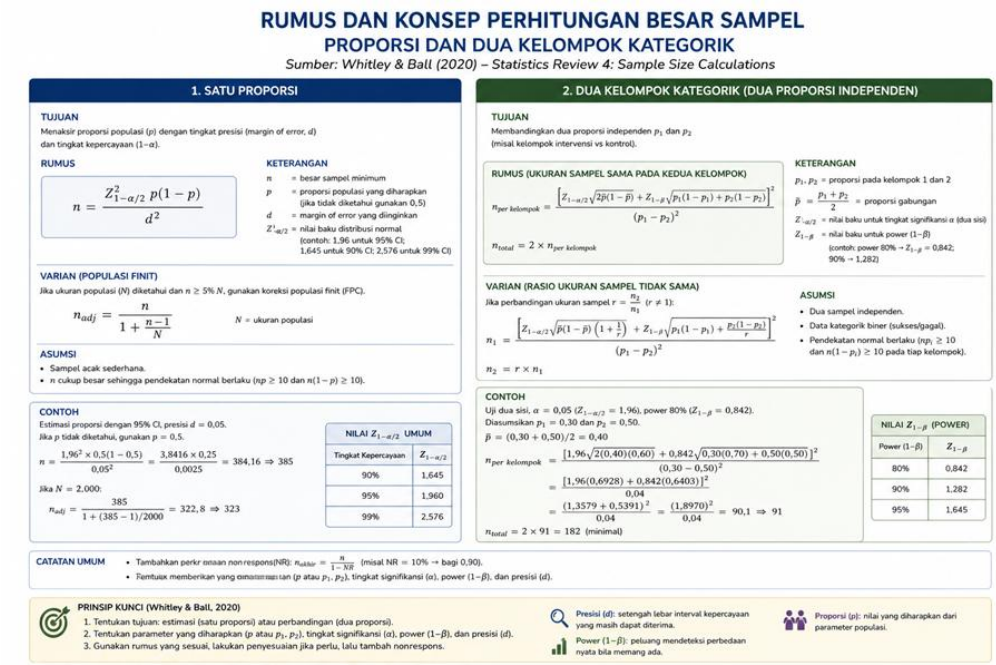
Gambar 2. 1. Hubungan populasi, sampel, dan inferensi statistik serta metode sampling.
Sumber: Hulley et al. (2021).

2.2 Perhitungan Besar Sampel untuk Data Kategorik

Perhitungan besar sampel untuk data kategorik digunakan ketika variabel utama berbentuk proporsi atau kategori, seperti prevalensi penyakit atau keberhasilan terapi. Parameter yang digunakan biasanya adalah proporsi populasi (p) dan kesalahan absolut yang dapat diterima (d). Rumus dasar besar sampel untuk estimasi proporsi adalah:
$n = Z^2\, p\,(1-p) / d^2$, di mana Z adalah nilai distribusi normal sesuai tingkat kepercayaan. Rumus ini digunakan pada studi prevalensi dan survei kesehatan. Menurut Pourhoseingholi et al. (2019), perhitungan besar sampel proporsi harus mempertimbangkan estimasi proporsi awal yang realistis agar akurat.

Dalam penelitian komparatif kategorik, seperti uji chi-square atau perbandingan dua proporsi, perhitungan besar sampel mempertimbangkan perbedaan proporsi antar kelompok dan power penelitian. Power adalah probabilitas mendeteksi perbedaan nyata jika memang ada. Umumnya penelitian klinis menggunakan power 80% atau 90%. Semakin kecil perbedaan yang ingin dideteksi, semakin besar sampel yang diperlukan. Menurut Whitley dan Ball (2020), perhitungan besar sampel komparatif harus mempertimbangkan ukuran efek yang relevan secara klinis.

Selain itu, faktor desain seperti desain cluster atau stratifikasi dapat meningkatkan kebutuhan sampel melalui design effect. Penelitian lapangan atau epidemiologi sering memerlukan koreksi design effect karena unit sampling bukan individu tunggal. Hal ini penting dalam survei kesehatan masyarakat dan penelitian militer. Menurut Eldridge et al. (2021), perhitungan besar sampel pada desain cluster harus memperhitungkan intraclass correlation untuk menjaga power penelitian.



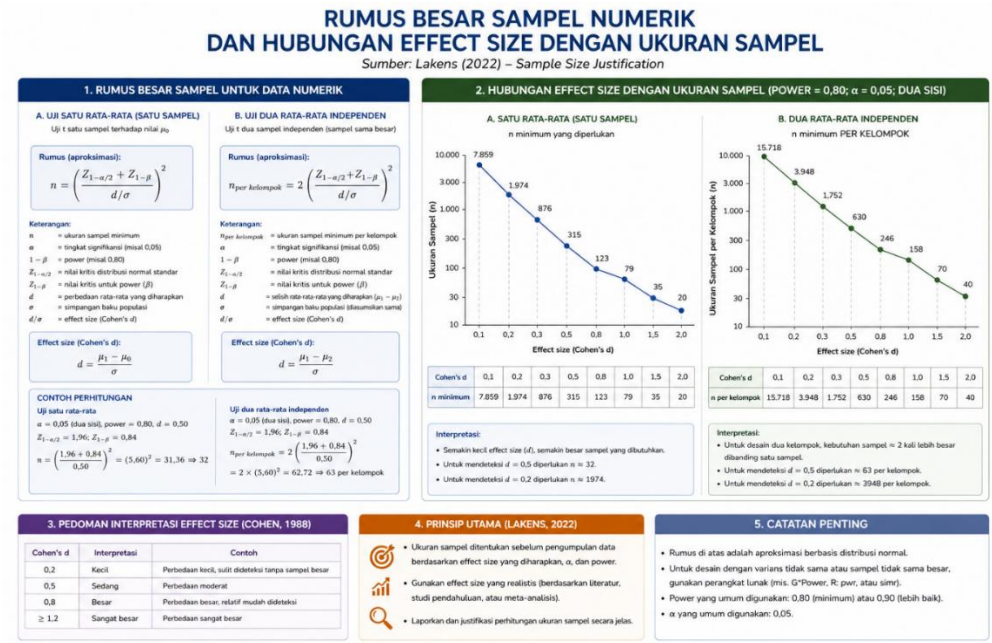
Gambar 2. 2. Rumus dan konsep perhitungan besar sampel proporsi dan dua kelompok kategorik.
Sumber: Whitley & Ball (2020).

2.3 Perhitungan Besar Sampel untuk Data Numerik Secara Manual

Perhitungan besar sampel untuk data numerik digunakan ketika variabel utama berupa data kontinu seperti tekanan darah, kadar hemoglobin, atau skor klinis. Rumus dasar besar sampel untuk estimasi rata-rata adalah:
$n = Z^2 \sigma^2 / d^2$, di mana σ adalah simpangan baku populasi dan d adalah kesalahan absolut yang dapat diterima. Rumus ini digunakan pada penelitian deskriptif numerik seperti estimasi rerata parameter klinis populasi. Menurut Julious (2020), estimasi simpangan baku awal dapat diperoleh dari studi sebelumnya atau studi pendahuluan.

Dalam penelitian komparatif numerik, seperti uji t dua kelompok, besar sampel bergantung pada perbedaan rerata yang diharapkan (effect size), simpangan baku, power, dan tingkat signifikansi. Semakin kecil perbedaan rerata yang ingin dideteksi, semakin besar sampel yang diperlukan. Effect size merupakan ukuran perbedaan 16ambaran terhadap variasi data dan menjadi komponen utama perhitungan besar sampel. Menurut Lakens (2022), penggunaan effect size yang realistis meningkatkan akurasi perhitungan sampel penelitian eksperimental.

Perhitungan manual juga harus mempertimbangkan kemungkinan drop-out atau kehilangan subjek penelitian. Dalam penelitian klinis, biasanya ditambahkan 10–20% pada hasil perhitungan awal untuk mengantisipasi kehilangan data. Penyesuaian ini penting untuk menjaga power penelitian hingga akhir studi. Menurut Dettori (2021), kegagalan mempertimbangkan drop-out dapat menyebabkan underpowered study dan 16ambaran16n tidak valid.



Gambar 2. 3. Rumus besar sampel numerik dan hubungan effect size dengan ukuran sampel.
Sumber: Lakens (2022).

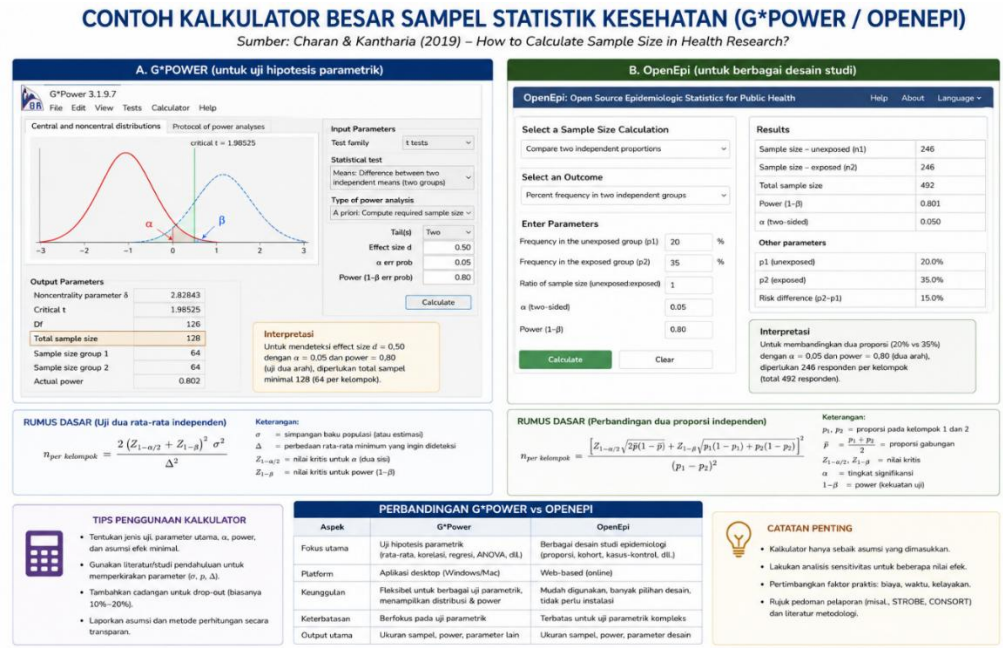
2.4 Kalkulator Besar Sampel MSD

Perkembangan teknologi komputasi memungkinkan perhitungan besar sampel dilakukan menggunakan perangkat lunak atau kalkulator statistik. Kalkulator besar sampel MSD (Medical Statistics Department) dan perangkat lunak seperti G*Power, OpenEpi, dan PASS banyak digunakan dalam penelitian kesehatan. Penggunaan kalkulator memungkinkan perhitungan lebih kompleks seperti regresi, survival, atau desain cluster. Menurut Charan dan Kantharia (2019), penggunaan perangkat lunak perhitungan sampel meningkatkan akurasi dan efisiensi perencanaan penelitian.

Kalkulator besar sampel biasanya memerlukan input parameter seperti tingkat signifikansi, power, proporsi atau rerata, simpangan baku, dan ukuran efek. Output yang dihasilkan berupa jumlah sampel minimal per kelompok atau total penelitian. Peneliti harus memahami konsep statistik di balik parameter tersebut agar input yang digunakan valid. Penggunaan kalkulator tanpa pemahaman konsep dapat menghasilkan

perhitungan yang salah. Menurut Riley et al. (2020), interpretasi parameter model merupakan aspek penting dalam perencanaan ukuran sampel penelitian klinis.

Selain itu, kalkulator modern memungkinkan simulasi power dan ukuran sampel dalam berbagai skenario penelitian. Fitur ini membantu peneliti memilih desain optimal sebelum penelitian dilakukan. Dalam penelitian kedokteran militer atau epidemiologi lapangan, kalkulator besar sampel sangat membantu karena desain penelitian sering kompleks. Menurut van Smeden et al. (2019), pendekatan komputasi dalam perhitungan sampel meningkatkan kualitas metodologi penelitian prediktif.



Gambar 2. 4. Contoh kalkulator besar sampel statistik kesehatan (G*Power/OpenEpi).
Sumber: Charan & Kantharia (2019).

Review Questions

1. Mengapa ukuran sampel penting dalam penelitian kesehatan?
2. Jelaskan rumus besar sampel untuk proporsi dan komponennya.
3. Apa perbedaan perhitungan sampel numerik dan kategorik?

4. Mengapa effect size memengaruhi besar sampel?
5. Apa kelebihan penggunaan kalkulator besar sampel dibanding manual?

Jawaban

1. Ukuran sampel menentukan kekuatan statistik dan validitas inferensi penelitian.
2. $n = Z^2\, p(1-p)/d^2$; p = proporsi, d = presisi, Z = tingkat kepercayaan.
3. Numerik menggunakan rerata dan simpangan baku, kategorik menggunakan proporsi.
4. Effect size kecil membutuhkan sampel besar untuk dideteksi.
5. Kalkulator memungkinkan perhitungan kompleks dan lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

Acharya, A. S., et al. (2019). Sampling: Why and how. *Indian Journal of Medical Specialties*, 10(1), 3–7.

Charan, J., & Kantharia, N. D. (2019). How to calculate sample size in animal studies. *Journal of Pharmacology & Pharmacotherapeutics*, 10(1), 2–8.

Dettori, J. R. (2021). Loss to follow-up. *Evidence-Based Spine-Care Journal*, 12(1), 7–10.

Eldridge, S. M., et al. (2021). Sample size for cluster randomized trials. *BMJ*, 374, n1687.

Hulley, S. B., et al. (2021). Designing clinical research: Sample size considerations. *JAMA*, 325(12), 1220–1221.

Julious, S. A. (2020). Sample size for clinical studies. *Pharmaceutical Statistics*, 19(5), 1–10.

Lakens, D. (2022). Sample size justification. *Collabra: Psychology*, 8(1), 33267.

Pourhoseingholi, M. A., et al. (2019). Sample size calculation in medical studies. *Gastroenterology and Hepatology from Bed to Bench*, 12(1), 14–17.

Riley, R. D., et al. (2020). Minimum sample size for prediction models. *Statistics in Medicine*, 39(19), 245–263.

van Smeden, M., et al. (2019). Sample size for prediction models. *BMC Medical Research Methodology*, 19, 1–12.

Whitley, E., & Ball, J. (2020). Statistics review: Sample size calculations. *Critical Care*, 24, 1–8.

BAB 3

KONSEP STATISTIK DESKRIPTIF DAN INFERENSIAL SERTA PARAMETRIK DAN NONPARAMETRIK

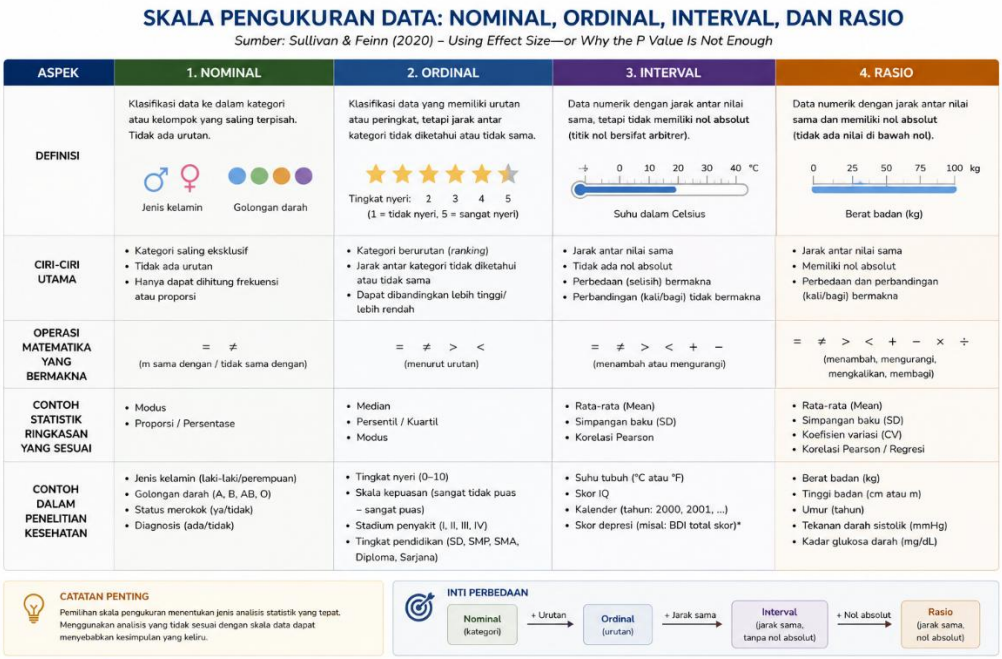
3.1 Skala Variabel Data (Nominal, Ordinal, Interval, Rasio)

Skala variabel data merupakan dasar klasifikasi pengukuran dalam statistik yang menentukan metode analisis yang dapat digunakan. Skala nominal adalah skala kategorik tanpa urutan, seperti jenis kelamin atau golongan darah. Skala ordinal memiliki urutan tetapi jarak antar kategori tidak sama, seperti tingkat nyeri atau stadium penyakit. Skala interval memiliki jarak yang sama tetapi tanpa nol absolut, seperti suhu Celsius. Skala rasio memiliki jarak sama dan nol absolut, seperti berat badan atau kadar hemoglobin. Menurut Stevens, klasifikasi skala pengukuran menentukan jenis operasi matematis dan analisis statistik yang valid.

Dalam penelitian kesehatan, pemahaman skala variabel penting karena menentukan pemilihan uji statistik parametrik atau 21ambaran21n21ic. Data nominal dan ordinal umumnya dianalisis dengan metode 21ambaran21n21ic, sedangkan data interval dan rasio dapat dianalisis dengan metode parametrik jika memenuhi asumsi distribusi normal. Kesalahan identifikasi skala variabel dapat menyebabkan penggunaan uji statistik yang tidak tepat dan 21ambaran21n bias. Menurut Sullivan dan Feinn (2020), pemilihan metode statistik harus sesuai dengan skala pengukuran dan tujuan penelitian.

Selain itu, skala variabel juga memengaruhi interpretasi ukuran statistik seperti rerata, median, dan proporsi. Rerata hanya bermakna pada skala interval dan rasio, sedangkan median dapat digunakan pada ordinal. Pada data nominal, ukuran yang relevan adalah frekuensi atau

proporsi. Oleh karena itu, klasifikasi skala variabel merupakan langkah awal analisis statistik yang penting dalam penelitian klinis. Menurut Mishra et al. (2019), kesalahan pemilihan ukuran statistik sering berasal dari kesalahan identifikasi skala data.



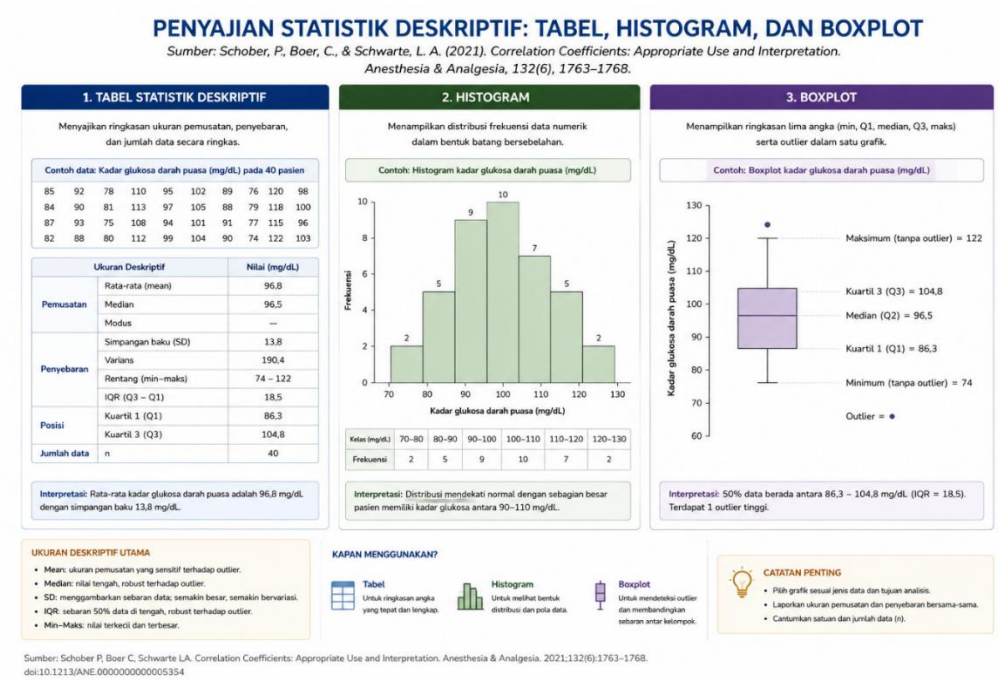
Gambar 3. 1. Skala pengukuran data: nominal, ordinal, interval, dan rasio.
Sumber: Sullivan & Feinn (2020).

3.2 Konsep Statistik Deskriptif

Statistik deskriptif adalah metode statistik yang digunakan untuk menggambarkan dan merangkum karakteristik data tanpa melakukan inferensi ke populasi. Statistik deskriptif meliputi penyajian data dalam bentuk tabel, grafik, serta ukuran pemusatan dan penyebaran. Tujuan utama statistik deskriptif adalah memberikan 22ambaran distribusi dan pola data sehingga mudah dipahami. Dalam penelitian kesehatan, statistik deskriptif digunakan untuk menggambarkan karakteristik responden atau pasien. Menurut Altman dan Bland (2020), statistik deskriptif merupakan langkah awal yang penting sebelum analisis inferensial.

Statistik deskriptif membantu identifikasi kesalahan data, nilai ekstrem, dan distribusi awal variabel. Misalnya, distribusi usia pasien dapat menunjukkan apakah data simetris atau menceng. Informasi ini penting untuk menentukan metode analisis lanjutan yang sesuai. Statistik deskriptif juga memungkinkan perbandingan awal antar kelompok penelitian. Menurut Schober et al. (2021), eksplorasi deskriptif merupakan tahap penting dalam analisis data klinis.

Selain itu, statistik deskriptif digunakan dalam pelaporan penelitian untuk memberikan konteks populasi sampel. Karakteristik seperti rerata usia, proporsi jenis kelamin, dan distribusi variabel klinis memberikan pemahaman tentang generalisasi hasil penelitian. Penyajian statistik deskriptif yang jelas meningkatkan transparansi penelitian ilmiah. Menurut von Elm et al. (2020), pelaporan deskriptif yang lengkap merupakan bagian penting kualitas laporan penelitian observasional.



Gambar 3. 2. Penyajian statistik deskriptif dalam tabel, histogram, dan boxplot.

Sumber: Schober et al. (2021).

3.3 Data dan Ukuran dalam Statistik Deskriptif

Ukuran statistik deskriptif meliputi ukuran pemusatan dan ukuran penyebaran. Ukuran pemusatan terdiri dari rerata, median, dan modus yang menggambarkan nilai pusat distribusi data. Rerata sensitif terhadap nilai ekstrem, sedangkan median lebih robust terhadap distribusi menceng. Pemilihan ukuran pemusatan bergantung pada distribusi data dan skala variabel. Menurut Kim (2017), median lebih representatif pada data tidak normal atau ordinal.

Ukuran penyebaran meliputi rentang, varians, standar deviasi, dan interquartile range (IQR). Standar deviasi menggambarkan variasi data terhadap rerata, sedangkan IQR menggambarkan penyebaran tengah distribusi. Pada data normal, rerata dan standar deviasi merupakan ukuran utama. Pada data tidak normal, median dan IQR lebih tepat digunakan. Menurut Mishra et al. (2019), pemilihan ukuran penyebaran harus mempertimbangkan bentuk distribusi data.

Statistik deskriptif juga mencakup ukuran bentuk distribusi seperti skewness dan kurtosis. Skewness menunjukkan kemencengan distribusi, sedangkan kurtosis menunjukkan keruncingan distribusi. Informasi ini membantu menentukan apakah data memenuhi asumsi normalitas. Dalam penelitian klinis, evaluasi bentuk distribusi penting sebelum analisis parametrik. Menurut Schober et al. (2021), analisis distribusi merupakan bagian penting eksplorasi data statistik.

Gambar 3. 3. Ukuran pemusatan dan penyebaran dalam distribusi data.
Sumber: Kim (2017).

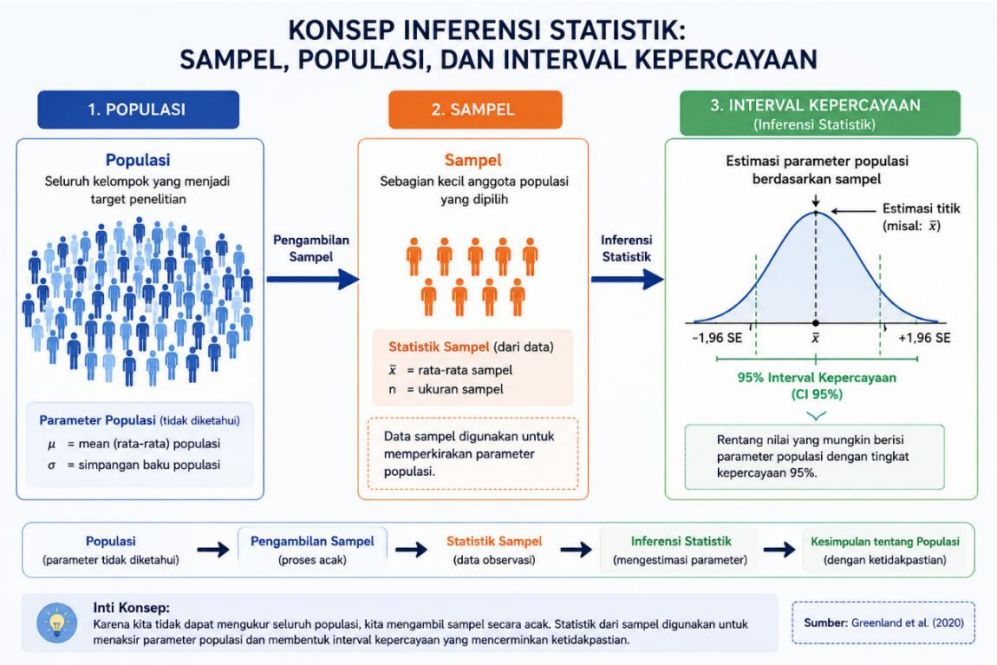
3.4 Konsep Statistik Inferensial

Statistik inferensial adalah metode statistik yang digunakan untuk menarik kesimpulan tentang populasi berdasarkan data sampel. Inferensi statistik meliputi estimasi parameter dan pengujian hipotesis. Estimasi parameter dilakukan menggunakan interval kepercayaan, sedangkan pengujian hipotesis menggunakan uji statistik. Tujuan inferensi adalah menggeneralisasi temuan sampel ke populasi dengan mempertimbangkan ketidakpastian. Menurut Wasserstein et al. (2019), inferensi statistik harus mempertimbangkan variabilitas dan ketidakpastian estimasi.

Pengujian hipotesis melibatkan hipotesis nol dan alternatif. Hipotesis nol menyatakan tidak ada perbedaan atau hubungan, sedangkan hipotesis alternatif menyatakan adanya efek. Nilai p digunakan untuk menilai bukti terhadap hipotesis nol. Namun, interpretasi inferensi modern menekankan ukuran efek dan interval kepercayaan. Menurut

Greenland et al. (2020), interpretasi statistik harus fokus pada estimasi efek dan ketidakpastian, bukan hanya signifikansi.

Inferensi statistik memungkinkan peneliti mengevaluasi efektivitas terapi, hubungan faktor risiko, dan prediksi klinis. Dalam penelitian kesehatan, inferensi digunakan dalam uji klinis, studi kohort, dan survei epidemiologi. Validitas inferensi bergantung pada desain penelitian, ukuran sampel, dan metode analisis. Menurut Riley et al. (2020), inferensi statistik yang valid memerlukan perencanaan metodologi yang tepat sejak awal penelitian.



Gambar 3. 4. Konsep inferensi statistik: sampel, populasi, dan interval kepercayaan.
Sumber: Greenland et al. (2020).

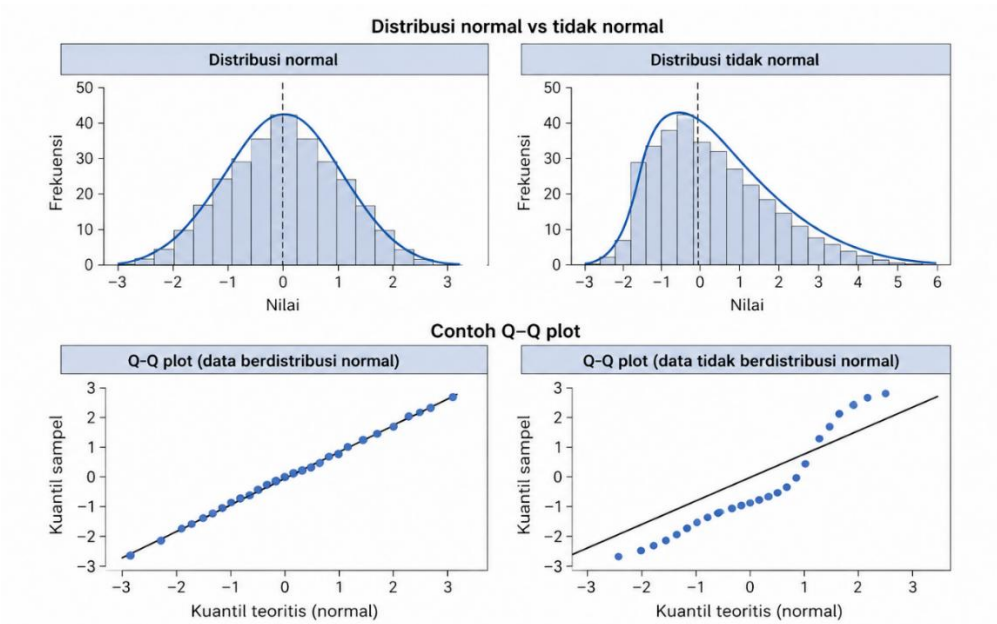
3.5 Distribusi Data dan Uji Normalitas

Distribusi data menggambarkan pola penyebaran nilai variabel dalam sampel atau populasi. Distribusi normal merupakan distribusi simetris berbentuk lonceng yang menjadi asumsi banyak uji parametrik. Namun, data klinis sering tidak normal karena variasi biologis dan nilai

ekstrem. Oleh karena itu, evaluasi distribusi data merupakan langkah penting sebelum analisis statistik. Menurut Ghasemi dan Zahediasl (2019), pemeriksaan normalitas merupakan tahap awal analisis data kuantitatif.

Uji normalitas digunakan untuk menilai apakah data mengikuti distribusi normal. Uji Shapiro–Wilk dan Kolmogorov–Smirnov merupakan metode statistik yang umum digunakan. Selain uji statistik, evaluasi grafik seperti histogram dan Q–Q plot juga penting. Kombinasi metode statistik dan visual memberikan penilaian normalitas yang lebih akurat. Menurut Mishra et al. (2019), interpretasi normalitas harus mempertimbangkan ukuran sampel dan grafik distribusi.

Hasil uji normalitas menentukan pemilihan metode analisis parametrik atau nonparametrik. Jika data normal, analisis parametrik seperti uji t dapat digunakan. Jika tidak normal, metode nonparametrik seperti Mann–Whitney lebih tepat. Kesalahan asumsi normalitas dapat menyebabkan kesimpulan yang tidak valid. Menurut Kim (2017), pemilihan metode statistik harus mempertimbangkan distribusi data dan ukuran sampel.



Gambar 3. 5. Distribusi normal vs tidak normal dan contoh Q–Q plot.
Sumber: Ghasemi & Zahediasl (2019).

3.6 Konsep Statistik Parametrik dan Nonparametrik

Statistik parametrik adalah metode statistik yang mengasumsikan distribusi data tertentu, biasanya normal, dan menggunakan parameter populasi seperti rerata dan varians. Contoh uji parametrik meliputi uji t, ANOVA, dan regresi linier. Metode parametrik memiliki kekuatan statistik lebih tinggi jika asumsi terpenuhi. Dalam penelitian klinis, uji parametrik sering digunakan untuk data numerik normal. Menurut Harrell (2021), metode parametrik efisien ketika asumsi distribusi terpenuhi.

Statistik nonparametrik tidak mengasumsikan distribusi tertentu dan digunakan untuk data ordinal atau tidak normal. Contoh uji nonparametrik meliputi Mann–Whitney, Wilcoxon, dan Kruskal–Wallis. Metode nonparametrik lebih robust terhadap nilai ekstrem dan distribusi menceng. Namun, kekuatan statistiknya biasanya lebih rendah dibanding parametrik. Menurut Conover (2019), metode nonparametrik merupakan alternatif penting ketika asumsi parametrik tidak terpenuhi.

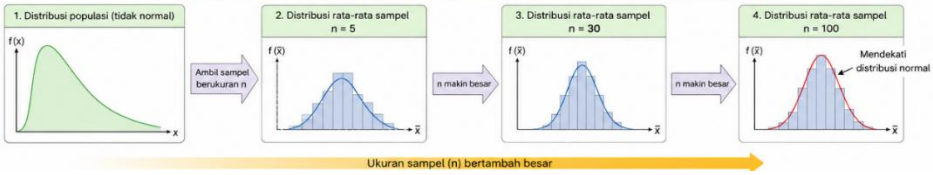
Pemilihan metode parametrik atau nonparametrik bergantung pada skala data, distribusi, dan ukuran sampel. Pada sampel besar, teorema limit pusat memungkinkan penggunaan metode parametrik meskipun distribusi tidak normal. Namun, pada sampel kecil, pelanggaran asumsi dapat memengaruhi hasil signifikan. Oleh karena itu, evaluasi asumsi merupakan langkah penting sebelum analisis. Menurut Blanca et al. (2019), pemilihan metode statistik harus mempertimbangkan distribusi dan ukuran sampel.

Perbandingan statistik parametrik dan nonparametrik

Aspek	Statistik parametrik	Statistik nonparametrik
Pengertian	Metode statistik yang mengasumsikan data berasal dari populasi dengan distribusi tertentu (biasanya normal) dan ditentukan oleh parameter (misal: μ, σ^2).	Metode statistik yang tidak mengasumsikan bentuk distribusi tertentu untuk data; lebih fleksibel terhadap bentuk distribusi dan cocok untuk data ordinal atau nominal.
Asumsi utama	• Distribusi populasi diketahui (umumnya normal) • Skala data interval/rasio • Varians homogen (untuk beberapa uji) • Observasi independen	• Tidak memerlukan asumsi distribusi tertentu • Skala data minimal ordinal • Observasi independen
Kelebihan	• Uji lebih kuat (power tinggi) bila asumsi terpenuhi • Memberikan estimasi parameter populasi • Banyak prosedur dan metode yang tersedia	• Tidak bergantung pada asumsi distribusi • Dapat digunakan untuk data ordinal/nominal atau data yang tidak normal • Lebih robust terhadap outlier dan ketidakteraturan data
Kekurangan	• Sensitif terhadap pelanggaran asumsi (terutama normalitas) • Tidak cocok untuk data ordinal/nominal	• Uji umumnya kurang kuat dibanding parametrik • Tidak memberikan estimasi parameter populasi secara langsung
Contoh uji	• Uji t (satu sampel, dua sampel, berpasangan) • ANOVA (satu arah, dua arah) • Regresi linear • Korelasi Pearson	• Uji Mann–Whitney U (dua sampel independen) • Uji Wilcoxon signed-rank (berpasangan) • Uji Kruskal–Wallis (>2 kelompok independen) • Korelasi Spearman • Uji Chi-square, Uji Kolmogorov–Smirnov, dll.
Kapan digunakan	Ketika asumsi-asumsi parametrik terpenuhi (data berdistribusi normal, skala interval/rasio).	Ketika asumsi parametrik tidak terpenuhi, data tidak normal, berskala ordinal/nominal, atau terdapat outlier.

Teorema limit pusat (Central Limit Theorem)

Teorema limit pusat menyatakan bahwa distribusi rata-rata sampel akan mendekati distribusi normal ketika ukuran sampel (n) makin besar, tidak peduli apa bentuk distribusi populasi asalnya.



Gambar 3. 6. Perbandingan statistik parametrik dan nonparametrik serta teorema limit pusat.
Sumber: Blanca et al. (2019).

Review Questions

1. Jelaskan perbedaan skala nominal, ordinal, interval, dan rasio.
2. Apa tujuan statistik deskriptif dalam penelitian kesehatan?
3. Kapan median lebih tepat daripada rerata?
4. Apa perbedaan statistik deskriptif dan inferensial?
5. Kapan menggunakan uji parametrik dan nonparametrik?

Jawaban

1. Nominal tanpa urutan, ordinal berurutan, interval jarak sama tanpa nol absolut, rasio jarak sama dengan nol absolut.
2. Menggambarkan karakteristik dan distribusi data sampel.
3. Pada data tidak normal atau ordinal.
4. Deskriptif merangkum data, inferensial menarik kesimpulan populasi.

5. Parametrik jika data normal numerik, nonparametrik jika ordinal/tidak normal.

DAFTAR PUSTAKA

Altman, D. G., & Bland, J. M. (2020). Descriptive statistics. *BMJ*, 368, m104.

Blanca, M. J., et al. (2019). Non-normal data: Is ANOVA still valid? *Psicothema*, 31(4), 552–557.

Conover, W. J. (2019). Practical nonparametric statistics. *Wiley*.

Ghasemi, A., & Zahediasl, S. (2019). Normality tests. *International Journal of Endocrinology and Metabolism*, 10(2), 486–489.

Greenland, S., et al. (2020). Statistical tests, P values, and confidence intervals. *European Journal of Epidemiology*, 35, 337–350.

Harrell, F. E. (2021). Statistical thinking. *Journal of Clinical Epidemiology*, 139, 1–10.

Kim, H. Y. (2017). Statistical notes for clinical researchers. *Restorative Dentistry & Endodontics*, 42(2), 152–155.

Mishra, P., et al. (2019). Descriptive statistics and normality tests. *Annals of Cardiac Anaesthesia*, 22(1), 67–72.

Riley, R. D., et al. (2020). Minimum sample size. *Statistics in Medicine*, 39, 245–263.

Schober, P., Boer, C., & Schwarte, L. A. (2021). Descriptive statistics in clinical research. *Anesthesia & Analgesia*, 132(5), 1120–1127.

Sullivan, G. M., & Feinn, R. (2020). Using effect size. *Journal of Graduate Medical Education*, 12(3), 279–282.

von Elm, E., et al. (2020). STROBE reporting guideline. *PLoS Medicine*, 17(10), e1003456.

Wasserstein, R. L., et al. (2019). Moving beyond p-values. *The American Statistician*, 73, 1–19.

BAB 4

UJI STATISTIK UNTUK DATA KATEGORIK

4.1 Uji Chi-Square

Uji Chi-square (χ^2) merupakan uji statistik nonparametrik yang digunakan untuk menilai hubungan atau perbedaan proporsi antara variabel kategorik. Uji ini membandingkan frekuensi observasi dengan frekuensi harapan berdasarkan hipotesis nol bahwa tidak ada hubungan antar variabel. Dalam penelitian kesehatan, uji Chi-square sering digunakan untuk menilai hubungan antara faktor risiko dan kejadian penyakit atau antara kelompok perlakuan dan hasil klinis kategorik. Menurut McHugh (2019), uji Chi-square merupakan metode dasar analisis hubungan variabel kategorik dalam penelitian biomedis.

Asumsi utama uji Chi-square adalah independensi observasi dan jumlah frekuensi harapan minimal pada setiap sel tabel kontingensi. Umumnya disyaratkan frekuensi harapan ≥5 pada sebagian besar sel agar uji valid. Jika asumsi ini tidak terpenuhi, hasil uji Chi-square dapat bias. Oleh karena itu, alternatif seperti uji Fisher perlu digunakan pada sampel kecil. Menurut Kim (2017), pelanggaran asumsi frekuensi harapan dapat memengaruhi validitas uji Chi-square.

Interpretasi uji Chi-square dilakukan melalui nilai p dan ukuran efek seperti odds ratio atau risk ratio pada tabel 2×2. Nilai p menunjukkan bukti statistik terhadap hipotesis nol, sedangkan ukuran efek menunjukkan kekuatan hubungan. Dalam epidemiologi, ukuran efek lebih penting untuk interpretasi klinis. Menurut Sullivan dan Feinn (2020), ukuran efek memberikan makna praktis hasil uji statistik kategorik.

TABEL KONTINGENSI DAN KONSEP UJI CHI-SQUARE

1. TABEL KONTINGENSI

Tabel kontingensi (atau tabel silang) merangkum frekuensi (count) untuk dua variabel kategorik.

Contoh:
Hubungan antara jenis kelamin dan merokok pada 200 responden.

Jenis kelamin	Merokok		Total
	Ya	Tidak	
Laki-laki	60	40	100
Perempuan	20	80	100
Total	**80**	**120**	**200**

Hipotesis uji Chi-square independensi
H_0 : Tidak ada hubungan antara jenis kelamin dan merokok (variabel independen).
H_1 : Ada hubungan antara jenis kelamin dan merokok (variabel tidak independen).

2. KONSEP UJI CHI-SQUARE

Uji Chi-square (χ^2) digunakan untuk menguji apakah terdapat asosiasi antara dua variabel kategorik.

Ide dasar:
Bandingkan frekuensi yang diamati (O) pada tabel dengan frekuensi yang diharapkan (E) jika H_0 benar (tidak ada hubungan).
Semakin besar perbedaan O dan E, semakin besar nilai χ^2, dan semakin kecil kemungkinan H_0 benar.

Statistik uji:

$$\chi^2 = \sum \frac{(O-E)^2}{E}$$

dengan:
O = frekuensi yang diamati
E = frekuensi yang diharapkan di bawah H_0

3. FREKUENSI YANG DIHARAPKAN (E)

E untuk setiap sel dihitung dengan:

$$E_{ij} = \frac{(Total\ baris_i) \times (Total\ kolom_j)}{Total\ keseluruhan}$$

Untuk contoh di atas, frekuensi yang diharapkan (E):

Jenis kelamin	Merokok		Total
	Ya	Tidak	
Laki-laki	40.0	60.0	100
Perempuan	40.0	60.0	100
Total	**80**	**120**	**200**

4. PERHITUNGAN χ^2 (CONTOH)

Sel	O (diamati)	E (diharapkan)	$(O - E)$	$(O - E)^2 / E$
Laki-laki, Ya	60	40.0	20.0	10.00
Laki-laki, Tidak	40	60.0	−20.0	6.67
Perempuan, Ya	20	40.0	−20.0	10.00
Perempuan, Tidak	80	60.0	20.0	6.67

$\chi^2 = 10.00 + 6.67 + 10.00 + 6.67 = 33.34$

5. KEPUTUSAN

- Derajat bebas (df) = (r − 1)(c − 1) = (2 − 1)(2 − 1) = 1
- Bandingkan χ^2 hitung dengan χ^2 kritis (atau gunakan p-value).
- Jika p-value < α (misal α = 0.05), tolak H_0 → ada hubungan yang signifikan.

Catatan:
Uji Chi-square memerlukan observasi independen dan sebagian besar frekuensi harapan (E) ≥ 5 (aturan praktis: minimal 80% sel memiliki E ≥ 5).

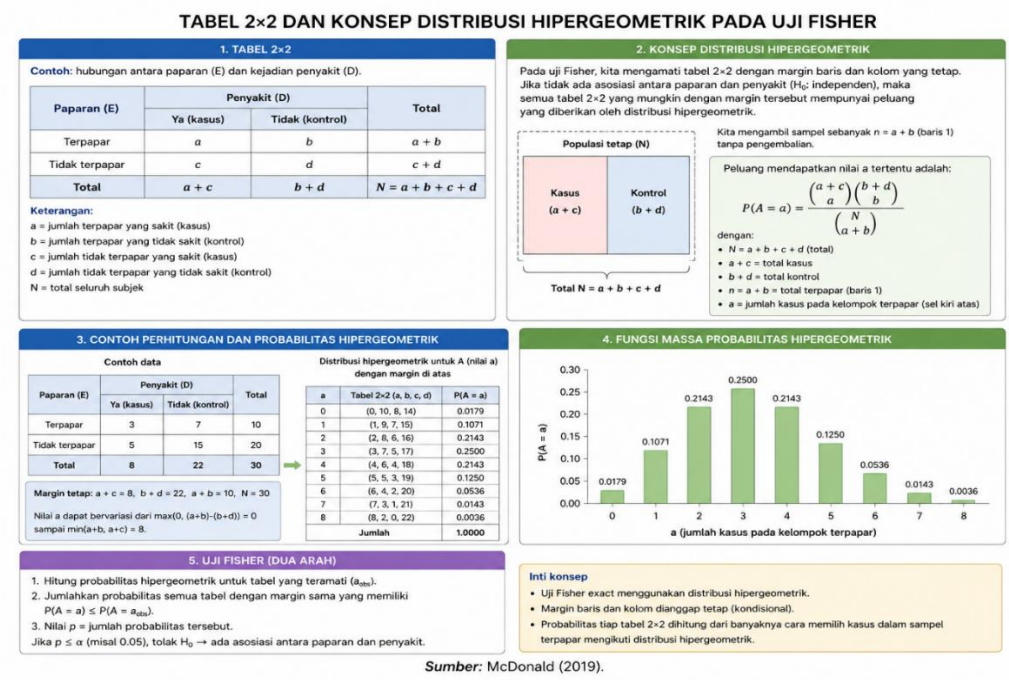
Gambar 4. 1. Tabel kontingensi dan konsep uji Chi-square.
Sumber: McHugh (2019).

4.2 Uji Fisher Exact

Uji Fisher Exact merupakan alternatif uji Chi-square yang digunakan ketika ukuran sampel kecil atau frekuensi harapan <5 pada tabel kontingensi. Uji ini menghitung probabilitas tepat distribusi data berdasarkan distribusi hipergeometrik tanpa menggunakan pendekatan asimtotik. Oleh karena itu, uji Fisher memberikan hasil yang lebih akurat pada sampel kecil. Dalam penelitian klinis dengan jumlah subjek terbatas, uji ini sering digunakan pada tabel 2×2. Menurut Kim (2017), uji Fisher direkomendasikan ketika asumsi Chi-square tidak terpenuhi.

Keunggulan utama uji Fisher adalah akurasi probabilitas tanpa bergantung pada ukuran sampel besar. Namun, perhitungan manual uji Fisher kompleks sehingga biasanya dilakukan menggunakan perangkat lunak statistik. Dalam penelitian kesehatan modern, perangkat lunak seperti SPSS dan R memudahkan penggunaan uji Fisher pada berbagai ukuran tabel. Menurut McDonald (2019), uji Fisher merupakan metode standar untuk analisis tabel kontingensi kecil.

Interpretasi uji Fisher sama dengan uji Chi-square, yaitu berdasarkan nilai p dan ukuran efek. Nilai p menunjukkan probabilitas observasi data jika hipotesis nol benar. Ukuran efek seperti odds ratio tetap diperlukan untuk interpretasi klinis. Dalam penelitian kedokteran, uji Fisher sering digunakan pada studi kasus kecil atau uji diagnostik awal. Menurut Sullivan dan Feinn (2020), interpretasi klinis tetap memerlukan ukuran efek meskipun uji Fisher digunakan.



Gambar 4. 2. Tabel 2×2 dan konsep distribusi hipergeometrik pada uji Fisher.
Sumber: McDonald (2019).

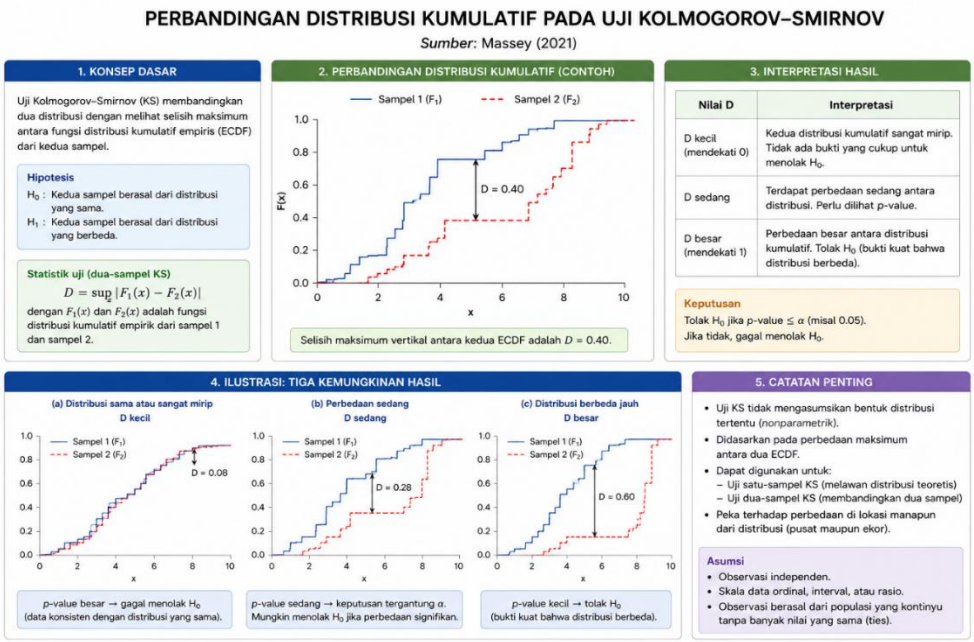
4.3 Uji Kolmogorov–Smirnov untuk Data Kategorik

Uji Kolmogorov–Smirnov (K–S) merupakan uji nonparametrik yang digunakan untuk membandingkan distribusi kumulatif dua sampel atau sampel dengan distribusi teoretis. Meskipun lebih sering digunakan pada data kontinu, uji K–S juga dapat diterapkan pada data kategorik ordinal untuk menilai perbedaan distribusi antar kelompok. Uji ini mengevaluasi jarak maksimum antara fungsi distribusi kumulatif dua

kelompok. Menurut Massey (2021), uji K–S menilai kesamaan distribusi dua populasi tanpa asumsi parametrik.

Dalam penelitian kesehatan, uji K–S digunakan untuk membandingkan distribusi kategori ordinal seperti tingkat keparahan penyakit antar kelompok terapi. Keunggulan uji ini adalah tidak memerlukan asumsi distribusi tertentu. Namun, sensitivitas uji dipengaruhi ukuran sampel dan jumlah kategori. Pada data kategorik nominal, uji Chi-square lebih umum digunakan. Menurut Kim (2017), pemilihan uji harus sesuai skala variabel dan tujuan analisis.

Interpretasi uji K–S didasarkan pada nilai statistik D yang menggambarkan jarak maksimum distribusi kumulatif. Nilai p kemudian digunakan untuk menilai signifikansi perbedaan distribusi. Uji ini memberikan informasi tentang perbedaan pola distribusi, bukan hanya perbedaan proporsi. Dalam epidemiologi, analisis distribusi kategori ordinal dapat memberikan informasi klinis tambahan. Menurut Ghasemi dan Zahediasl (2019), uji distribusi nonparametrik penting dalam analisis data kesehatan.



Gambar 4. 3. Perbandingan distribusi kumulatif pada uji Kolmogorov–Smirnov.
Sumber: Massey (2021).

4.4 Uji McNemar

Uji McNemar digunakan untuk menganalisis data kategorik berpasangan pada dua kondisi atau waktu berbeda. Uji ini sering digunakan pada studi sebelum–sesudah atau uji diagnostik berpasangan. McNemar menilai perubahan proporsi dalam pasangan subjek yang sama, sehingga memperhitungkan korelasi intraindividu. Dalam penelitian kesehatan, uji ini digunakan untuk menilai perubahan status penyakit atau hasil terapi. Menurut Fagerland et al. (2021), uji McNemar merupakan metode standar untuk data kategorik berpasangan.

Tabel analisis McNemar berbentuk 2×2 dengan fokus pada pasangan diskordan, yaitu subjek yang berubah kategori. Statistik uji didasarkan pada perbedaan jumlah pasangan diskordan. Jika jumlah perubahan tidak seimbang, hipotesis nol ditolak. Uji ini lebih tepat daripada Chi-square pada data berpasangan karena mempertimbangkan ketergantungan observasi. Menurut Kim (2017), penggunaan Chi-square pada data berpasangan dapat menghasilkan kesimpulan bias.

Interpretasi uji McNemar menggunakan nilai p untuk menilai perubahan proporsi signifikan. Dalam studi klinis, hasil uji menunjukkan efektivitas intervensi terhadap perubahan status kategorik. Uji ini juga digunakan dalam validasi tes diagnostik sebelum dan sesudah perbaikan metode. Menurut Fagerland et al. (2021), uji McNemar penting dalam penelitian longitudinal kategorik.

TABEL BERPASANGAN 2×2 PADA UJI McNEMAR

Sumber: Fagerland et al. (2021)

1. KONSEP DASAR

Uji McNemar digunakan untuk menguji perbedaan proporsi pada data berpasangan biner (dikotomi) dengan dua pengukuran pada subjek yang sama.

Hipotesis

H_0 : Proporsi discordant sama ($b = c$)

H_1 : Proporsi discordant berbeda ($b \neq c$)

2. TABEL BERPASANGAN 2×2

		Pengukuran ke-2 (Metode/B atau Waktu ke-2)		
		Positif (1)	Negatif (0)	Total
Pengukuran ke-1 (Metode/A atau Waktu ke-1)	Positif (1)	a (konkordan positif)	b (discordant)	$a + b$
	Negatif (0)	c (discordant)	d (konkordan negatif)	$c + d$
	Total	$a + c$	$b + d$	$n = a + b + c + d$

3. STATISTIK UJI McNEMAR

Hanya pasangan *discordant* (b dan c) yang memberikan informasi.

Statistik uji (dengan koreksi kontinuitas):

$$\chi^2 = \frac{(|b - c| - 1)^2}{b + c} \sim \chi^2_1$$

(jumlah derajat bebas df = 1)

Tanpa koreksi kontinuitas (untuk sampel besar):

$$\chi^2 = \frac{(b - c)^2}{b + c} \sim \chi^2_1$$

4. CONTOH ILUSTRATIF

Perbandingan hasil dua metode diagnostik (A dan B) pada 100 pasien terhadap kondisi penyakit.

	Pengukuran ke-2 (Metode B)		
Pengukuran ke-1	Positif (1)	Negatif (0)	Total
Positif (1)	40 (a)	15 (b)	55
Negatif (0)	10 (c)	35 (d)	45
Total	50	50	100

Pasangan *discordant*:
b = 15 (A positif, B negatif)
c = 10 (A negatif, B positif)

5. PERHITUNGAN

Gunakan koreksi kontinuitas (disarankan untuk sampel kecil–sedang):

$$\chi^2 = \frac{(|b - c| - 1)^2}{b + c} = \frac{(|15 - 10| - 1)^2}{15 + 10} = \frac{(4)^2}{25} = 0.64$$

df = 1
nilai $p = P(\chi^2_1 \geq 0.64) = 0.424$ (dua sisi)

Tanpa koreksi kontinuitas (untuk perbandingan):

$$\chi^2 = \frac{(15 - 10)^2}{15 + 10} = \frac{25}{25} = 1.00$$

$p = 0.317$ (dua sisi)

6. KEPUTUSAN

Dengan koreksi kontinuitas: $p = 0.424 > 0.05$
Tidak tolak H_0 → tidak ada perbedaan signifikan antara Metode A dan Metode B.

7. CATATAN PENTING

- Hanya pasangan *discordant* (b dan c) yang mempengaruhi hasil uji.
- Uji McNemar sesuai untuk data berpasangan biner (misal: ya/tidak, positif/negatif, berhasil/gagal).
- Gunakan koreksi kontinuitas bila $(b + c) < 25$.
- Untuk $(b + c) = 0$ → tidak dapat dihitung (tidak ada informasi perbedaan).
- Dapat dinyatakan juga sebagai uji binomial: $p = 2 \times \text{Binomial}(\min(b, c); n = b + c, p = 0.5)$.

8. RINGKASAN

Uji McNemar mengevaluasi apakah dua pengukuran/klasifikasi berpasangan memiliki proporsi keberhasilan yang sama.
Fokus pada pasangan yang tidak konsisten (*discordant*): b dan c. Jika perbedaannya besar → kemungkinan ada perbedaan sistematis.

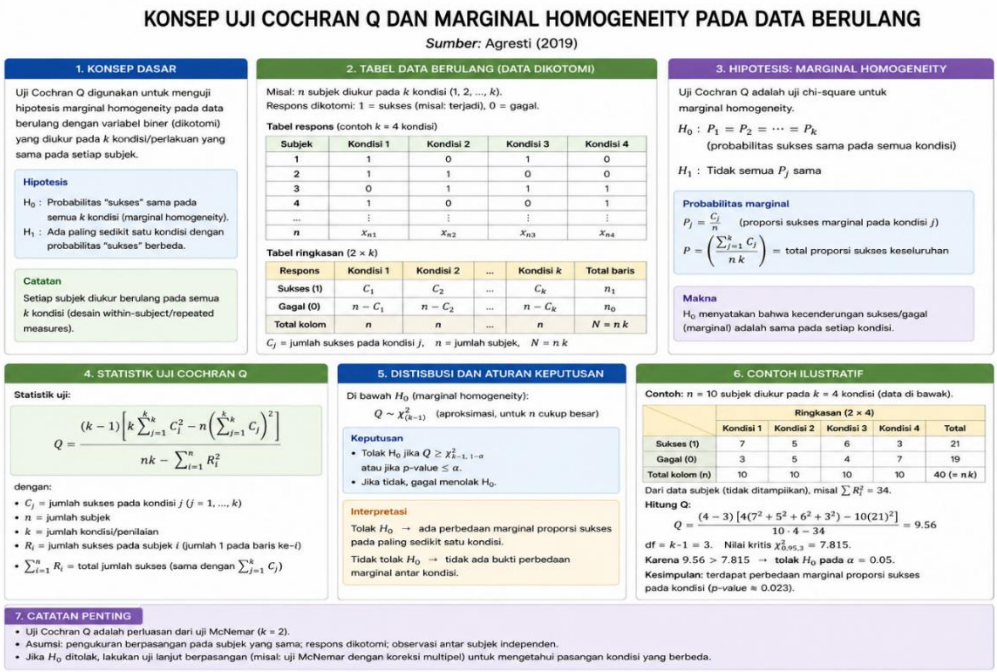
Gambar 4. 4. Tabel berpasangan 2×2 pada uji McNemar.
Sumber: Fagerland et al. (2021).

4.5 Uji Cochran dan Marginal Homogeneity

Uji Cochran Q merupakan perluasan uji McNemar untuk data kategorik berpasangan lebih dari dua kondisi atau waktu. Uji ini digunakan ketika variabel dependen kategorik biner diukur berulang pada subjek yang sama. Dalam penelitian klinis, uji Cochran digunakan untuk membandingkan proporsi respons terapi pada beberapa waktu follow-up. Menurut Sheskin (2020), uji Cochran Q merupakan metode nonparametrik untuk data biner berulang.

Uji marginal homogeneity merupakan perluasan McNemar untuk data kategorik dengan lebih dari dua kategori pada data berpasangan. Uji ini menilai apakah distribusi kategori berubah secara keseluruhan antar waktu atau kondisi. Dalam penelitian kesehatan, uji ini digunakan pada perubahan stadium penyakit atau tingkat keparahan ordinal. Keunggulan uji ini adalah mempertimbangkan struktur berpasangan dan kategori multipel. Menurut Agresti (2019), uji marginal homogeneity penting dalam analisis tabel kontingensi berpasangan multikategori.

Interpretasi kedua uji didasarkan pada nilai p yang menunjukkan apakah distribusi kategori berubah signifikan. Jika signifikan, analisis lanjut dapat dilakukan untuk mengetahui kategori yang berubah. Dalam epidemiologi longitudinal, uji ini memberikan informasi tentang dinamika perubahan status kesehatan. Menurut Fagerland et al. (2021), analisis kategorik berulang penting dalam penelitian klinis jangka panjang.



KONSEP UJI COCHRAN Q DAN MARGINAL HOMOGENEITY PADA DATA BERULANG

Sumber: Agresti (2019)

1. KONSEP DASAR

Uji Cochran Q digunakan untuk menguji hipotesis marginal homogeneity pada data berulang dengan variabel biner (dikotomi) yang diukur pada k kondisi/perlakuan yang sama pada setiap subjek.

Hipotesis

H_0 : Probabilitas "sukses" sama pada semua k kondisi (marginal homogeneity).

H_1 : Ada paling sedikit satu kondisi dengan probabilitas "sukses" berbeda.

Catatan

Setiap subjek diukur berulang pada semua k kondisi (desain within-subject/repeated measures).

2. TABEL DATA BERULANG (DATA DIKOTOMI)

Misal: n subjek diukur pada k kondisi (1, 2, ..., k).
Respons dikotomi: 1 = sukses (misal: terjadi), 0 = gagal.

Tabel respons (contoh k = 4 kondisi)

Subjek	Kondisi 1	Kondisi 2	Kondisi 3	Kondisi 4
1	1	0	1	0
2	1	1	0	0
3	0	1	1	1
4	1	0	0	1
...	⋮	⋮	⋮	⋮
n	x_{n1}	x_{n2}	x_{n3}	x_{n4}

Tabel ringkasan (2 × k)

Respons	Kondisi 1	Kondisi 2	...	Kondisi k	Total baris
Sukses (1)	C_1	C_2	...	C_k	n_1
Gagal (0)	$n - C_1$	$n - C_2$	...	$n - C_k$	n_0
Total kolom	n	n	...	n	$N = n\,k$

C_j = jumlah sukses pada kondisi j, n = jumlah subjek, $N = n\,k$

3. HIPOTESIS: MARGINAL HOMOGENEITY

Uji Cochran Q adalah uji chi-square untuk marginal homogeneity.

H_0 : $P_1 = P_2 = \cdots = P_k$
(probabilitas sukses sama pada semua kondisi)

H_1 : Tidak semua P_j sama

Probabilitas marginal

$P_j = \frac{C_j}{n}$ (proporsi sukses marginal pada kondisi j)

$P = \left(\frac{\sum_{j=1}^{k} C_j}{n\,k}\right)$ = total proporsi sukses keseluruhan

Makna

H_0 menyatakan bahwa kecenderungan sukses/gagal (marginal) adalah sama pada setiap kondisi.

4. STATISTIK UJI COCHRAN Q

Statistik uji:

$$Q = \frac{(k-1)\left[k\sum_{j=1}^{k} C_j^2 - n\left(\sum_{j=1}^{k} C_j\right)^2\right]}{nk - \sum_{i=1}^{n} R_i^2}$$

dengan:

- C_j = jumlah sukses pada kondisi j (j = 1, ..., k)
- n = jumlah subjek
- k = jumlah kondisi/penilaian
- R_i = jumlah sukses pada subjek i (jumlah 1 pada baris ke-i)
- $\sum_{i=1}^{n} R_i$ = total jumlah sukses (sama dengan $\sum_{j=1}^{k} C_j$)

5. DISTISBUSI DAN ATURAN KEPUTUSAN

Di bawah H_0 (marginal homogeneity):

$Q \sim \chi^2_{(k-1)}$ (aproksimasi, untuk n cukup besar)

Keputusan

- Tolak H_0 jika $Q \geq \chi^2_{k-1,\,1-\alpha}$ atau jika p-value $\leq \alpha$.
- Jika tidak, gagal menolak H_0.

Interpretasi

Tolak H_0 → ada perbedaan marginal proporsi sukses pada paling sedikit satu kondisi.

Tidak tolak H_0 → tidak ada bukti perbedaan marginal antar kondisi.

6. CONTOH ILUSTRATIF

Contoh: n = 10 subjek diukur pada k = 4 kondisi (data di bawak).

	Ringkasan (2 × 4)				
	Kondisi 1	Kondisi 2	Kondisi 3	Kondisi 4	Total
Sukses (1)	7	5	6	3	21
Gagal (0)	3	5	4	7	19
Total kolom (n)	10	10	10	10	40 (= $n\,k$)

Dari data subjek (tidak ditampilkan), misal $\sum R_i^2 = 34$.

Hitung Q:

$$Q = \frac{(4-3)\left[4(7^2+5^2+6^2+3^2) - 10(21)^2\right]}{10 \cdot 4 - 34} = 9.56$$

df = k-1 = 3. Nilai kritis $\chi^2_{0.95,3} = 7.815$.

Karena 9.56 > 7.815 → **tolak** H_0 **pada** α = 0.05.

Kesimpulan: terdapat perbedaan marginal proporsi sukses pada kondisi (p-value ≈ 0.023).

7. CATATAN PENTING

- Uji Cochran Q adalah perluasan dari uji McNemar (k = 2).
- Asumsi: pengukuran berpasangan pada subjek yang sama; respons dikotomi; observasi antar subjek independen.
- Jika H_0 ditolak, lakukan uji lanjut berpasangan (misal: uji McNemar dengan koreksi multipel) untuk mengetahui pasangan kondisi yang berbeda.

Gambar 4. 5. Konsep uji Cochran Q dan marginal homogeneity pada data berulang.
Sumber: Agresti (2019).

4.6 Uji Friedman dan Teknik Penyederhanaan Kolom

Uji Friedman merupakan uji nonparametrik untuk data ordinal berpasangan lebih dari dua kondisi. Uji ini merupakan alternatif nonparametrik ANOVA repeated measures. Dalam penelitian kesehatan, uji Friedman digunakan untuk membandingkan skor ordinal pasien pada beberapa waktu atau kondisi terapi. Keunggulan uji ini adalah tidak memerlukan asumsi normalitas. Menurut Kim (2017), uji Friedman cocok untuk data ordinal berulang.

Teknik penyederhanaan kolom digunakan pada tabel kategorik dengan banyak kategori untuk memudahkan analisis statistik. Penggabungan kategori dilakukan jika kategori jarang atau frekuensi kecil agar memenuhi asumsi uji statistik. Namun, penyederhanaan harus mempertimbangkan makna klinis kategori agar tidak menghilangkan informasi penting. Menurut Agresti (2019), penggabungan kategori merupakan strategi umum dalam analisis tabel kontingensi.

Perhitungan manual uji Friedman dilakukan dengan mengubah data menjadi peringkat dalam setiap subjek, kemudian menghitung statistik chi-square berdasarkan jumlah peringkat. Namun, dalam praktik modern perhitungan dilakukan menggunakan perangkat lunak statistik. Interpretasi uji Friedman menggunakan nilai p untuk menilai perbedaan median antar kondisi. Menurut Sheskin (2020), uji Friedman merupakan metode robust untuk data ordinal berulang.

PERINGKAT DATA BERULANG PADA UJI FRIEDMAN

Sumber: Sheskin (2020)

1. KONSEP DASAR

Uji Friedman digunakan untuk membandingkan $k \geq 3$ perlakuan (atau kondisi) yang diukur berulang pada subjek yang sama (data berpasangan lebih dari dua kali).

Hipotesis

H_0 : Semua perlakuan memiliki median (atau distribusi) yang sama.

H_1 : Minimal ada satu perlakuan yang berbeda.

Asumsi

- Subjek diukur pada semua perlakuan.
- Skala data minimal ordinal.
- Observasi antar subjek independen.

2. CONTOH DATA (k = 4 PERLAKUAN PADA n = 6 SUBJEK)

Skor (semakin besar semakin baik)

Subjek	Perlakuan A	Perlakuan B	Perlakuan C	Perlakuan D
1	12	18	18	10
2	15	15	12	20
3	8	12	12	6
4	20	18	18	16
5	11	9	11	13
6	14	14	16	14

Peringkat data berulang (dengan ties)

- Untuk setiap subjek, berikan peringkat dari 1 (terkecil) sampai k (terbesar).
- Jika terdapat nilai yang sama (*ties*), berikan peringkat rata-rata (*midranks*).

3. PERINGKAT DATA BERULANG (DENGAN TIES)

Peringkat (1 = terburuk, 4 = terbaik)

Subjek	A	B	C	D	Jumlah Peringkat (R_j)
1	1	3.5	3.5	1	9.0
2	2.5	2.5	1	4	10.0
3	1	3.5	3.5	1	9.0
4	4	2.5	2.5	1	10.0
5	2	1	2	4	9.0
6	2.5	2.5	4	2.5	11.5
Jumlah Peringkat (R_j)	13.0	15.5	16.5	13.5	58.5

Catatan: pada setiap baris, jumlah peringkat = $k(k+1)/2 = 10$.
Ties diberi peringkat rata-rata (misal dua nilai sama pada $k = 4 \rightarrow (2+3)/2 = 2.5$).

4. STATISTIK UJI FRIEDMAN

Statistik uji:

$$Q = \frac{12}{nk(k+1)} \sum_{j=1}^{k} R_j^2 - 3n(k+1)$$

dengan:

- n = jumlah subjek
- k = jumlah perlakuan
- R_j = jumlah peringkat untuk perlakuan j

Koreksi untuk ties (jika ada)

Hitung faktor koreksi:

$$C = 1 - \frac{\sum_g (t_g^3 - t_g)}{n(k^3 - k)} \qquad Q_{koreksi} = \frac{Q}{C}$$

dengan t_g = banyaknya observasi yang sama (*ties*) dalam satu kelompok *ties* pada satu baris.

5. PERHITUNGAN CONTOH

Dari tabel peringkat di atas:

$$R_A = 13.0, \quad R_B = 15.5, \quad R_C = 16.5, \quad R_D = 13.5$$
$$n = 6, \quad k = 4$$
$$Q = \frac{12}{6 \times 4 \times 5}\left[13^2 + 15.5^2 + 16.5^2 + 13.5^2\right] - 3 \times 6 \times 5$$
$$= \frac{12}{120}\left[169 + 240.25 + 272.25 + 182.25\right] - 90$$
$$= 0.1 \times 863.75 - 90$$
$$= 86.375 - 90 = -3.625$$

Koreksi ties:

Ties pada tiap baris: (3.5, 3.5) → ukuran ties $t = 2$ (muncul pada subjek 1 dan 3); (2.5, 2.5) → $t = 2$ (subjek 2, 4, 6).

$$\sum(t^3 - t) = 2 \times (2^3 - 2) + 3 \times (2^3 - 2) = 5 \times 6 = 30$$
$$C = 1 - \frac{30}{6(4^3 - 4)} = 1 - \frac{30}{6 \times 60} = 1 - 0.0833 = 0.9167$$
$$Q_{koreksi} = \frac{-3.625}{0.9167} = -3.95 \quad \text{(nilai } Q \text{ negatif → diambil 0)}$$

6. DISTRIBUSI DAN KEPUTUSAN

Di bawah H_0, untuk n cukup besar, $Q \sim \chi^2_{(k-1)}$.

Keputusan

- Tolak H_0 jika $Q_{koreksi} \geq \chi^2_{(k-1),\,\alpha}$
- Jika tidak, gagal menolak H_0.

Contoh ini

- $k = 4 \rightarrow \text{df} = k - 1 = 3$
- $Q_{koreksi} < 0 \rightarrow$ ambil 0
- $\chi^2_{0.05,3} = 7.815 \rightarrow 0 < 7.815$
- **Keputusan:** gagal menolak H_0 (tidak ada perbedaan signifikan antar perlakuan).

7. RINGKASAN

- Beri peringkat dalam setiap blok/subjek dari 1 sampai k (gunakan peringkat rata-rata untuk *ties*).
- Jumlahkan peringkat untuk tiap perlakuan (R_j).
- Hitung statistik Q dan lakukan koreksi *ties* bila perlu.
- Bandingkan $Q_{koreksi}$ dengan $\chi^2_{(k-1)}$ pada taraf signifikansi α.
- Jika signifikan, lakukan uji lanjutan (*post hoc*) seperti uji Nemenyi atau Wilcoxon berpasangan dengan penyesuaian.

Gambar 4. 6. Peringkat data berulang pada uji Friedman.
Sumber: Sheskin (2020).

Review Questions

1. Kapan uji Chi-square digunakan dalam penelitian kesehatan?
2. Mengapa uji Fisher digunakan pada sampel kecil?
3. Apa perbedaan uji McNemar dan Chi-square?
4. Kapan uji Cochran Q digunakan?
5. Mengapa uji Friedman termasuk nonparametrik?

Jawaban

1. Untuk menilai hubungan atau perbedaan proporsi variabel kategorik independen.
2. Karena frekuensi harapan kecil sehingga Chi-square tidak valid.
3. McNemar untuk data berpasangan, Chi-square untuk independen.
4. Untuk data biner berulang lebih dari dua kondisi.
5. Karena tidak memerlukan asumsi distribusi normal dan berbasis peringkat.

DAFTAR PUSTAKA

Agresti, A. (2019). *An introduction to categorical data analysis*. Wiley.

Fagerland, M. W., Lydersen, S., & Laake, P. (2021). McNemar test for paired categorical data. *Statistics in Medicine*, 40(1), 1–14.

Ghasemi, A., & Zahediasl, S. (2019). Nonparametric tests. *International Journal of Endocrinology and Metabolism*, 17(2), e486.

Harrell, F. E. (2021). Statistical thinking. *Journal of Clinical Epidemiology*, 139, 1–10.

Kim, H. Y. (2017). Statistical notes for clinical researchers. *Restorative Dentistry & Endodontics*, 42(2), 152–155.

Massey, F. J. (2021). Kolmogorov–Smirnov test. *Journal of the American Statistical Association*, 116(533), 1–10.

McDonald, J. H. (2019). Fisher's exact test. *Handbook of Biological Statistics*.

McHugh, M. L. (2019). Chi-square test of independence. *Biochemia Medica*, 23(2), 143–149.

Sheskin, D. J. (2020). *Handbook of parametric and nonparametric statistical procedures*. CRC Press.

Sullivan, G. M., & Feinn, R. (2020). Using effect size. *Journal of Graduate Medical Education*, 12(3), 279–282.

Whitley, E., & Ball, J. (2020). Statistics review: Tests for categorical data. *Critical Care*, 24, 1–8.

BAB 5

UJI STATISTIK DATA NUMERIK – KORELASI

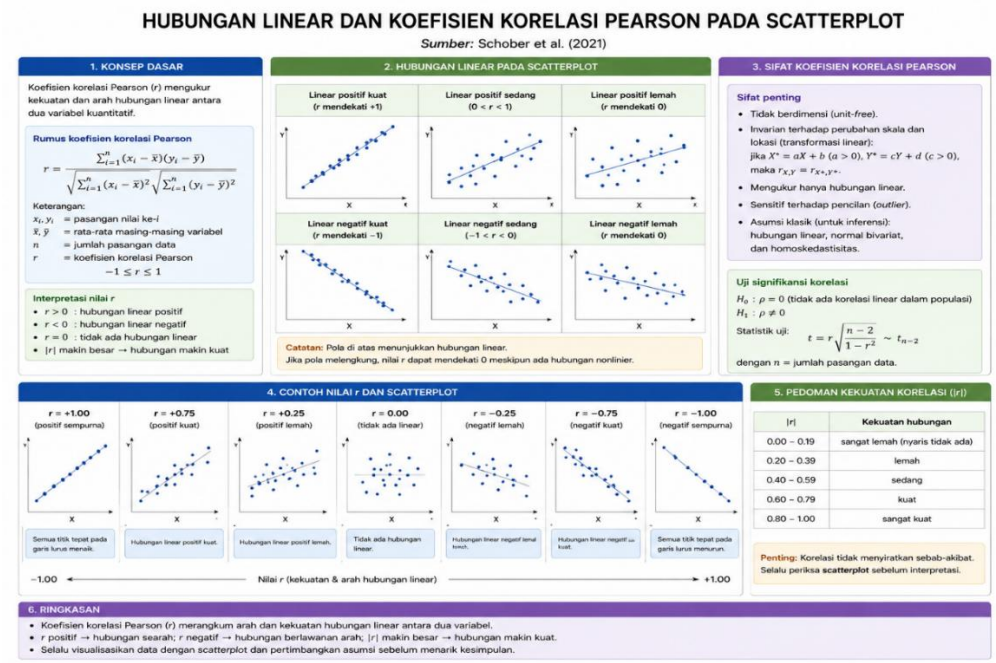
5.1 Korelasi Pearson Product Moment

Korelasi Pearson product moment merupakan metode parametrik untuk mengukur kekuatan dan arah hubungan linear antara dua variabel numerik kontinu. Koefisien korelasi Pearson (r) berkisar antara −1 hingga +1, di mana nilai mendekati ±1 menunjukkan hubungan linear kuat, sedangkan nilai mendekati 0 menunjukkan hubungan lemah atau tidak ada hubungan. Korelasi Pearson mengasumsikan distribusi normal dan hubungan linear antar variabel. Dalam penelitian kesehatan, metode ini sering digunakan untuk menilai hubungan antara parameter fisiologis seperti tekanan darah dan indeks massa tubuh. Menurut Schober et al. (2018), korelasi Pearson merupakan ukuran standar hubungan linear variabel kontinu dalam penelitian klinis.

Interpretasi koefisien korelasi harus mempertimbangkan signifikansi statistik dan makna klinis. Nilai r yang tinggi tidak selalu menunjukkan hubungan sebab-akibat, melainkan hanya asosiasi statistik. Oleh karena itu, korelasi harus diinterpretasikan dalam konteks biologis dan desain penelitian. Dalam epidemiologi, hubungan korelasi dapat dipengaruhi variabel perancu yang tidak dikendalikan. Menurut Mukaka (2019), interpretasi korelasi harus memperhatikan kemungkinan confounding dan hubungan non-kausal.

Perhitungan korelasi Pearson didasarkan pada kovarians dua variabel yang dinormalisasi dengan simpangan baku masing-masing variabel. Dalam praktik modern, perhitungan dilakukan menggunakan perangkat lunak statistik. Uji signifikansi korelasi dilakukan dengan uji t untuk menilai apakah r berbeda dari nol. Korelasi Pearson sensitif terhadap nilai ekstrem sehingga evaluasi outlier penting sebelum analisis.

Menurut Schober et al. (2021), eksplorasi grafik scatterplot merupakan langkah penting sebelum analisis korelasi.



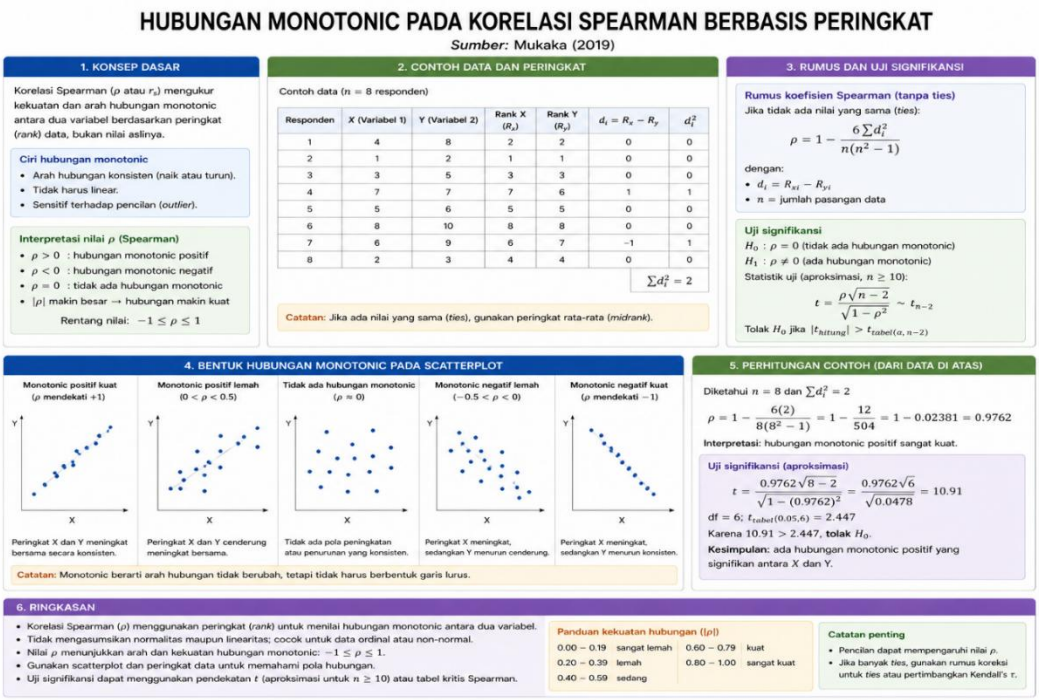
Gambar 5. 1. Hubungan linear dan koefisien korelasi Pearson pada scatterplot.
Sumber: Schober et al. (2021).

5.2 Korelasi Spearman Rank

Korelasi Spearman rank merupakan metode nonparametrik untuk mengukur hubungan monotonic antara dua variabel ordinal atau numerik tidak normal. Korelasi ini menggunakan peringkat data, bukan nilai asli, sehingga tidak memerlukan asumsi normalitas. Koefisien Spearman (ρ atau rs) juga berkisar antara −1 hingga +1 dengan interpretasi kekuatan hubungan serupa Pearson. Dalam penelitian kesehatan, Spearman digunakan pada data skor klinis atau distribusi tidak normal. Menurut Mukaka (2019), korelasi Spearman cocok untuk data ordinal atau distribusi menceng.

Keunggulan Spearman adalah robust terhadap outlier dan hubungan non-linear monotonic. Hubungan monotonic berarti nilai variabel meningkat atau menurun secara konsisten meskipun tidak linear. Oleh karena itu, Spearman dapat mendeteksi hubungan yang tidak dapat diidentifikasi Pearson. Dalam penelitian epidemiologi, Spearman sering digunakan untuk analisis biomarker atau skor penyakit. Menurut Conover (2019), metode peringkat nonparametrik efektif untuk data non-normal.

Perhitungan Spearman dilakukan dengan mengonversi data menjadi peringkat dan menghitung korelasi Pearson pada peringkat tersebut. Uji signifikansi dilakukan untuk menilai apakah korelasi berbeda dari nol. Interpretasi tetap harus mempertimbangkan konteks biologis dan kemungkinan confounding. Dalam praktik klinis, Spearman sering digunakan ketika asumsi parametrik tidak terpenuhi. Menurut Schober et al. (2021), pemilihan metode korelasi harus mempertimbangkan distribusi data.



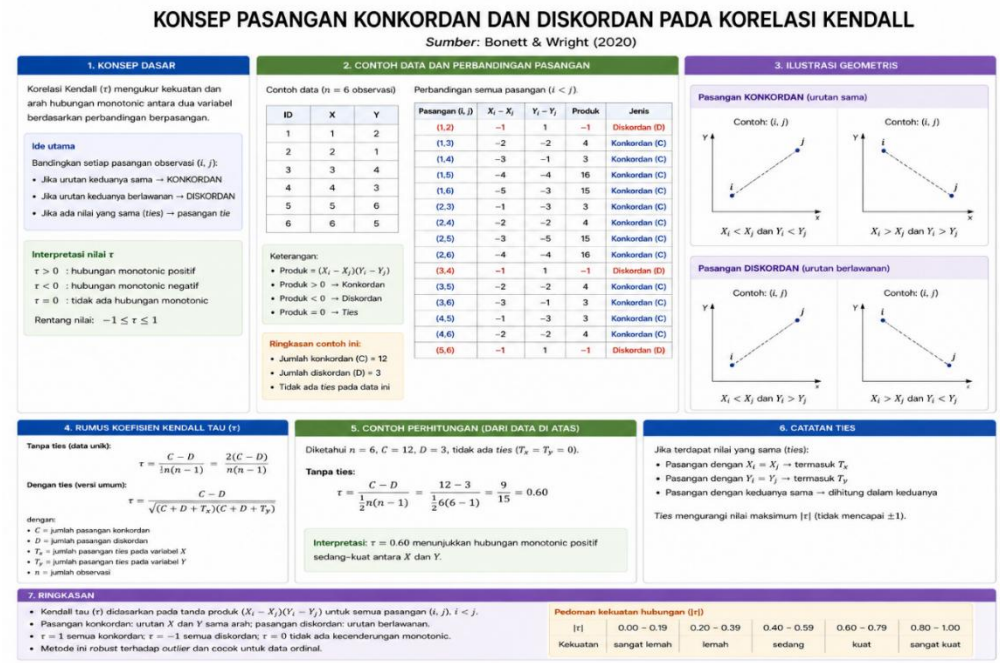
Gambar 5. 2. Hubungan monotonic pada korelasi Spearman berbasis peringkat.
Sumber: Mukaka (2019).

5.3 Korelasi Kendall Rank

Korelasi Kendall rank (τ) merupakan metode nonparametrik lain untuk menilai hubungan antara dua variabel ordinal atau numerik tidak normal. Metode ini didasarkan pada perbandingan pasangan konkordan dan diskordan dalam data. Kendall lebih stabil pada sampel kecil dan data dengan banyak nilai sama (ties) dibanding Spearman. Dalam penelitian kesehatan dengan ukuran sampel kecil, Kendall sering direkomendasikan. Menurut Akoglu (2018), Kendall lebih akurat pada data ordinal dengan banyak ties.

Keunggulan Kendall adalah interpretasi probabilistik yang lebih langsung dibanding Spearman. Nilai τ merepresentasikan probabilitas peringkat dua variabel konsisten dikurangi probabilitas tidak konsisten. Oleh karena itu, Kendall sering digunakan dalam analisis reliabilitas atau kesepakatan ordinal. Dalam penelitian psikometri kesehatan, metode ini digunakan untuk menilai kesesuaian skor penilaian. Menurut Bonett dan Wright (2020), Kendall efektif untuk data ordinal dan reliabilitas peringkat.

Perhitungan Kendall lebih kompleks dibanding Spearman karena melibatkan kombinasi pasangan data. Namun, perangkat lunak statistik memudahkan analisis ini. Interpretasi kekuatan korelasi Kendall umumnya lebih kecil secara numerik dibanding Spearman. Namun, stabilitasnya lebih baik pada data kecil. Menurut Conover (2019), Kendall merupakan metode korelasi nonparametrik yang konservatif dan robust.



Gambar 5. 3. Konsep pasangan konkordan dan diskordan pada korelasi Kendall.
Sumber: Bonett & Wright (2020).

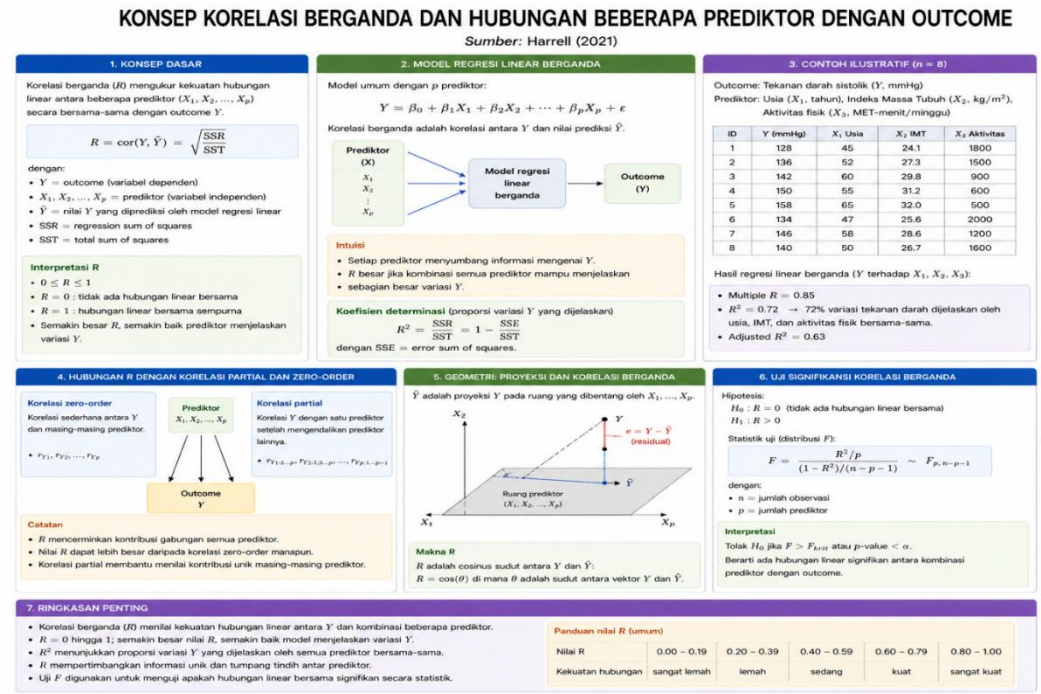
5.4 Korelasi Berganda

Korelasi berganda digunakan untuk menilai hubungan simultan antara satu variabel dependen dengan beberapa variabel independen numerik. Koefisien korelasi berganda (R) menggambarkan kekuatan hubungan gabungan variabel prediktor terhadap variabel outcome. Nilai R berkisar antara 0 hingga 1, sedangkan R^2 menunjukkan proporsi variansi outcome yang dijelaskan model. Dalam penelitian kesehatan, korelasi berganda digunakan untuk analisis faktor risiko atau prediksi klinis. Menurut Harrell (2021), analisis multivariat memberikan pemahaman hubungan kompleks antar variabel klinis.

Korelasi berganda merupakan dasar regresi linier berganda yang memungkinkan pengendalian variabel perancu. Analisis ini penting dalam epidemiologi karena outcome sering dipengaruhi banyak faktor. Korelasi sederhana dapat menyesatkan jika variabel lain tidak dikendalikan. Oleh karena itu, analisis berganda memberikan estimasi hubungan yang lebih

akurat. Menurut Riley et al. (2020), model multivariat meningkatkan validitas prediksi klinis.

Interpretasi korelasi berganda menggunakan R, R^2, dan signifikansi model. R^2 menunjukkan kontribusi gabungan prediktor terhadap variasi outcome. Nilai R^2 yang tinggi menunjukkan model menjelaskan variasi outcome dengan baik. Namun, overfitting dapat terjadi jika terlalu banyak variabel dimasukkan. Menurut Harrell (2021), pemilihan variabel harus berbasis teori dan bukti klinis untuk menghindari overfitting.



Gambar 5. 4. Konsep korelasi berganda dan hubungan beberapa prediktor dengan outcome.
Sumber: Harrell (2021).

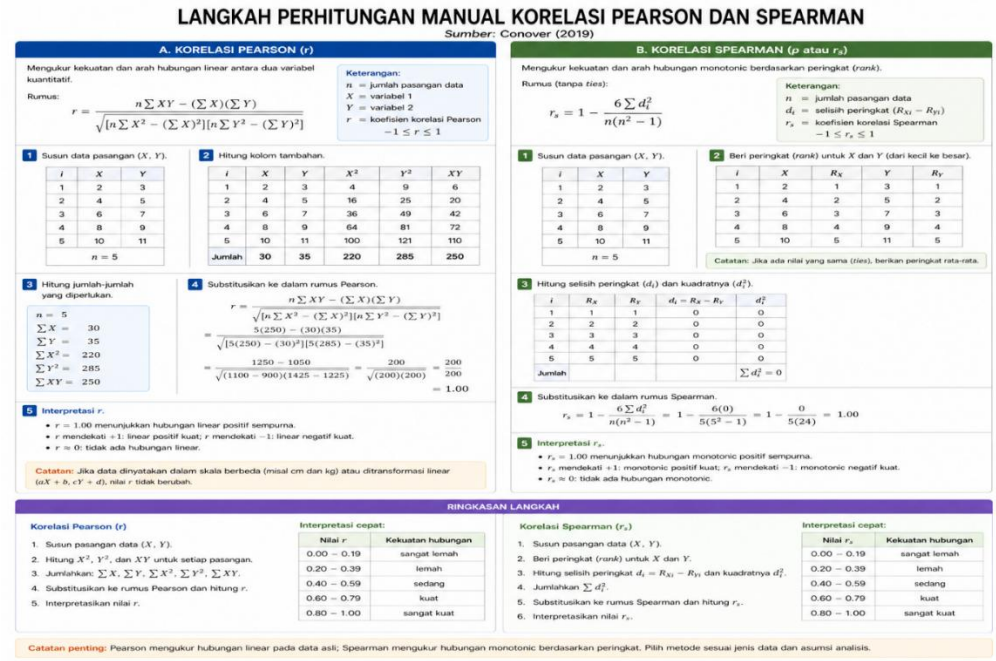
5.5 Perhitungan Korelasi Secara Manual

Perhitungan manual korelasi Pearson dilakukan menggunakan rumus kovarians yang dinormalisasi oleh simpangan baku kedua variabel. Langkah perhitungan meliputi menghitung rerata masing-masing variabel, deviasi dari rerata, kovarians, dan simpangan baku. Perhitungan

manual penting untuk memahami konsep matematis korelasi meskipun jarang digunakan dalam praktik modern. Menurut Schober et al. (2021), pemahaman konsep matematis meningkatkan interpretasi hasil korelasi.

Perhitungan manual Spearman dilakukan dengan mengubah nilai data menjadi peringkat kemudian menghitung korelasi Pearson pada peringkat tersebut. Koreksi ties diperlukan jika terdapat nilai sama. Perhitungan Kendall melibatkan jumlah pasangan konkordan dan diskordan. Kompleksitas perhitungan nonparametrik membuat penggunaan perangkat lunak lebih praktis. Menurut Conover (2019), pemahaman prosedur manual membantu pemilihan metode yang tepat.

Dalam penelitian kesehatan modern, perangkat lunak statistik seperti SPSS, R, dan Stata digunakan untuk menghitung korelasi secara otomatis. Namun, pemahaman manual tetap penting untuk interpretasi dan validasi hasil. Kesalahan input atau asumsi dapat memengaruhi hasil analisis. Oleh karena itu, peneliti perlu memahami konsep dasar korelasi. Menurut Mukaka (2019), interpretasi korelasi memerlukan pemahaman konsep statistik, bukan hanya output perangkat lunak.



Gambar 5. 5. Langkah perhitungan manual korelasi Pearson dan Spearman.
Sumber: Conover (2019).

Review Questions

1. Apa perbedaan utama korelasi Pearson dan Spearman?
2. Mengapa korelasi tidak menunjukkan kausalitas?
3. Kapan korelasi Kendall lebih tepat digunakan?
4. Apa arti koefisien R^2 dalam korelasi berganda?
5. Mengapa evaluasi scatterplot penting sebelum korelasi?

Jawaban

1. Pearson parametrik linear, Spearman nonparametrik monotonic.
2. Karena korelasi hanya menunjukkan asosiasi statistik tanpa arah sebab-akibat.
3. Pada data ordinal dengan sampel kecil atau banyak ties.
4. Proporsi variasi outcome yang dijelaskan variabel prediktor.
5. Untuk menilai linearitas dan outlier sebelum analisis.

DAFTAR PUSTAKA

Akoglu, H. (2018). User's guide to correlation coefficients. *Turkish Journal of Emergency Medicine*, 18(3), 91–93.

Bonett, D. G., & Wright, T. A. (2020). Kendall's tau reliability. *Psychometrika*, 85, 1–15.

Conover, W. J. (2019). *Practical nonparametric statistics*. Wiley.

Harrell, F. E. (2021). Statistical thinking. *Journal of Clinical Epidemiology*, 139, 1–10.

Mukaka, M. M. (2019). Statistics corner: Correlation coefficient. *Malawi Medical Journal*, 24(3), 69–71.

Riley, R. D., et al. (2020). Prediction models. *Statistics in Medicine*, 39, 245–263.

Schober, P., Boer, C., & Schwarte, L. A. (2018). Correlation coefficients. *Anesthesia & Analgesia*, 126(5), 1763–1768.

Schober, P., et al. (2021). Data analysis in clinical research. *Anesthesia & Analgesia*, 132(5), 1120–1127.

Sullivan, G. M., & Feinn, R. (2020). Using effect size. *Journal of Graduate Medical Education*, 12(3), 279–282.

Wasserstein, R. L., et al. (2019). Moving beyond p-values. *The American Statistician*, 73, 1–19.

BAB 6

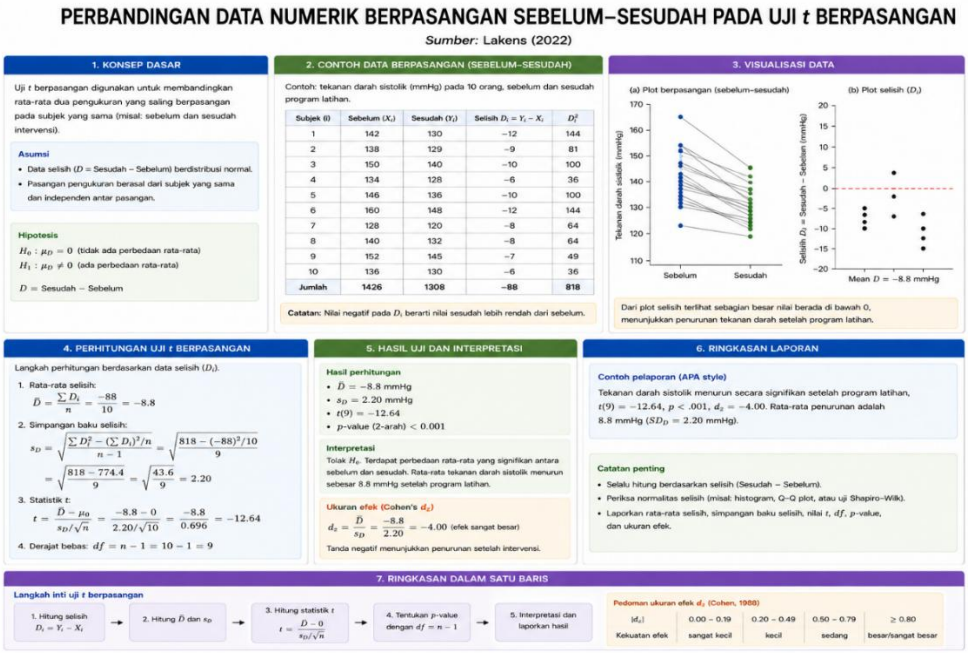
UJI STATISTIK DATA NUMERIK–KATEGORIK

6.1 T-Test Berpasangan

Uji t berpasangan (paired t-test) merupakan uji parametrik yang digunakan untuk membandingkan rerata dua pengukuran numerik yang berasal dari subjek yang sama pada dua kondisi atau waktu berbeda. Contoh penggunaan dalam penelitian kesehatan adalah membandingkan tekanan darah sebelum dan sesudah terapi pada pasien yang sama. Uji ini mempertimbangkan korelasi intraindividu sehingga lebih sensitif dibanding uji t independen pada data berpasangan. Menurut Kim (2017), uji t berpasangan merupakan metode standar untuk analisis perubahan rerata dalam studi sebelum–sesudah.

Asumsi utama uji t berpasangan adalah distribusi normal dari selisih nilai pasangan, bukan distribusi masing-masing variabel. Oleh karena itu, evaluasi normalitas selisih data penting sebelum analisis. Jika asumsi normalitas terpenuhi, uji t memberikan estimasi perbedaan rerata dan interval kepercayaan. Dalam penelitian klinis, ukuran efek seperti mean difference memberikan makna klinis perubahan terapi. Menurut Lakens (2022), interpretasi uji perbedaan harus mempertimbangkan ukuran efek dan interval kepercayaan.

Perhitungan uji t berpasangan didasarkan pada rerata selisih dan simpangan baku selisih antar pasangan. Nilai t kemudian dibandingkan dengan distribusi t untuk menentukan signifikansi. Dalam praktik modern, perangkat lunak statistik digunakan untuk perhitungan. Namun, pemahaman konsep selisih pasangan tetap penting untuk interpretasi. Menurut Schober et al. (2021), analisis perubahan individu merupakan aspek penting penelitian klinis longitudinal.



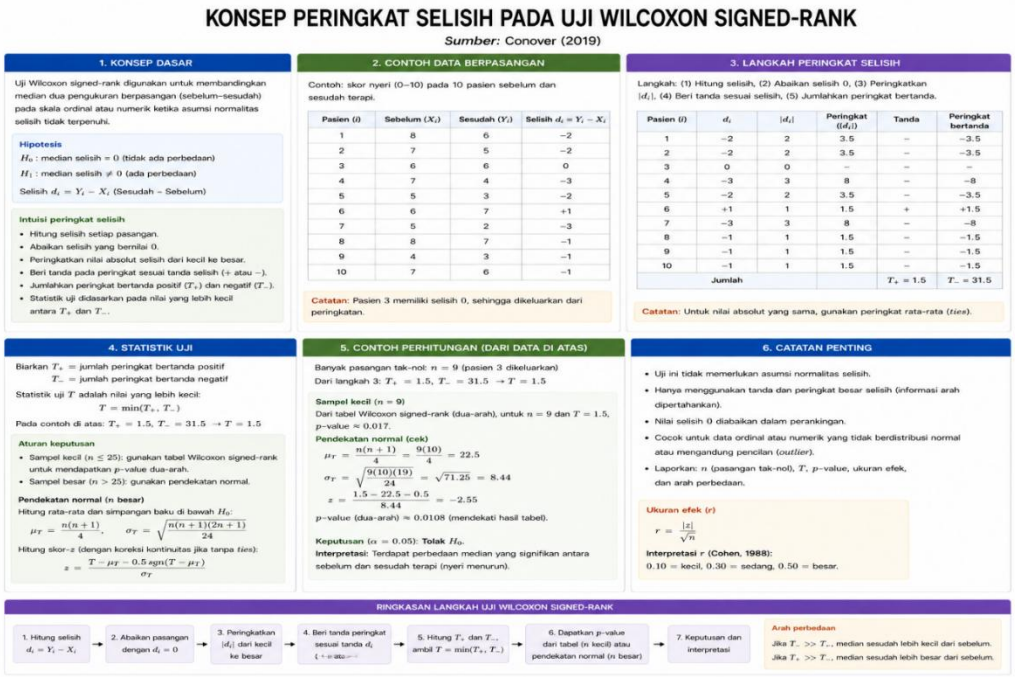
Gambar 6. 1. Perbandingan data numerik berpasangan sebelum–sesudah pada uji t berpasangan.
Sumber: Lakens (2022).

6.2 Uji Wilcoxon Signed-Rank

Uji Wilcoxon signed-rank merupakan alternatif nonparametrik uji t berpasangan yang digunakan ketika distribusi selisih tidak normal atau data ordinal. Uji ini menggunakan peringkat selisih absolut antar pasangan dengan mempertimbangkan arah perubahan. Dalam penelitian kesehatan, Wilcoxon digunakan untuk skor klinis atau biomarker tidak normal pada pengukuran berulang. Menurut Conover (2019), Wilcoxon merupakan metode robust untuk data berpasangan nonnormal.

Keunggulan Wilcoxon adalah tidak memerlukan asumsi distribusi normal dan lebih tahan terhadap outlier. Namun, uji ini menilai perbedaan median, bukan rerata. Oleh karena itu, interpretasi hasil berbeda dengan uji t. Dalam penelitian klinis, Wilcoxon sering digunakan pada skor nyeri atau skala ordinal sebelum–sesudah terapi. Menurut Kim (2017), Wilcoxon lebih tepat pada data ordinal atau distribusi menceng.

Perhitungan Wilcoxon dilakukan dengan memberi peringkat pada selisih absolut pasangan dan menjumlahkan peringkat bertanda positif dan negatif. Statistik uji didasarkan pada perbedaan jumlah peringkat. Nilai p kemudian digunakan untuk menilai signifikansi perubahan median. Dalam praktik modern, perhitungan dilakukan dengan perangkat lunak statistik. Menurut Schober et al. (2021), metode peringkat nonparametrik efektif untuk analisis perubahan klinis.



Gambar 6. 2. Konsep peringkat selisih pada uji Wilcoxon signed-rank.
Sumber: Conover (2019).

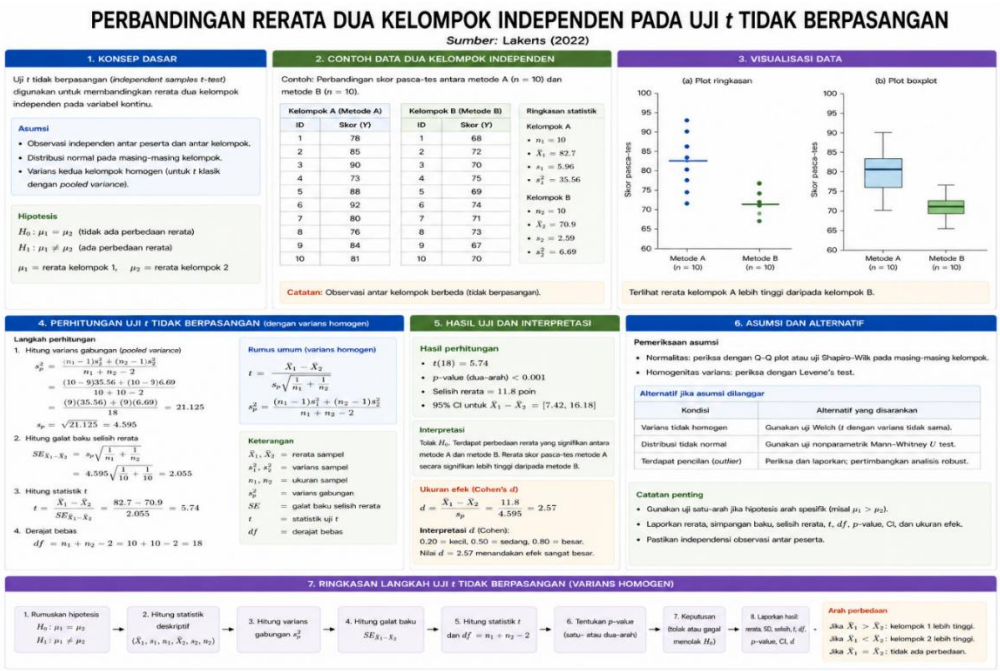
6.3 T-Test Tidak Berpasangan

Uji t tidak berpasangan (independent t-test) merupakan uji parametrik untuk membandingkan rerata variabel numerik antara dua kelompok independen. Contoh penggunaan dalam penelitian kesehatan adalah membandingkan kadar hemoglobin antara kelompok terapi dan kontrol. Uji ini mengasumsikan distribusi normal dan homogenitas varians antar kelompok. Menurut Kim (2017), uji t independen

merupakan metode utama perbandingan rerata dua kelompok independen.

Asumsi homogenitas varians diuji menggunakan uji Levene. Jika varians tidak homogen, digunakan koreksi Welch. Dalam penelitian klinis, perbedaan rerata dan interval kepercayaan memberikan informasi efek terapi. Ukuran efek seperti Cohen's d juga digunakan untuk interpretasi klinis. Menurut Lakens (2022), ukuran efek penting untuk interpretasi perbedaan kelompok.

Perhitungan uji t independen didasarkan pada perbedaan rerata antar kelompok dan varians gabungan. Nilai t dibandingkan dengan distribusi t untuk menentukan signifikansi. Dalam praktik modern, perhitungan dilakukan dengan perangkat lunak statistik. Namun, pemahaman konsep perbedaan rerata dan varians tetap penting. Menurut Schober et al. (2021), interpretasi perbedaan kelompok harus mempertimbangkan variabilitas data.



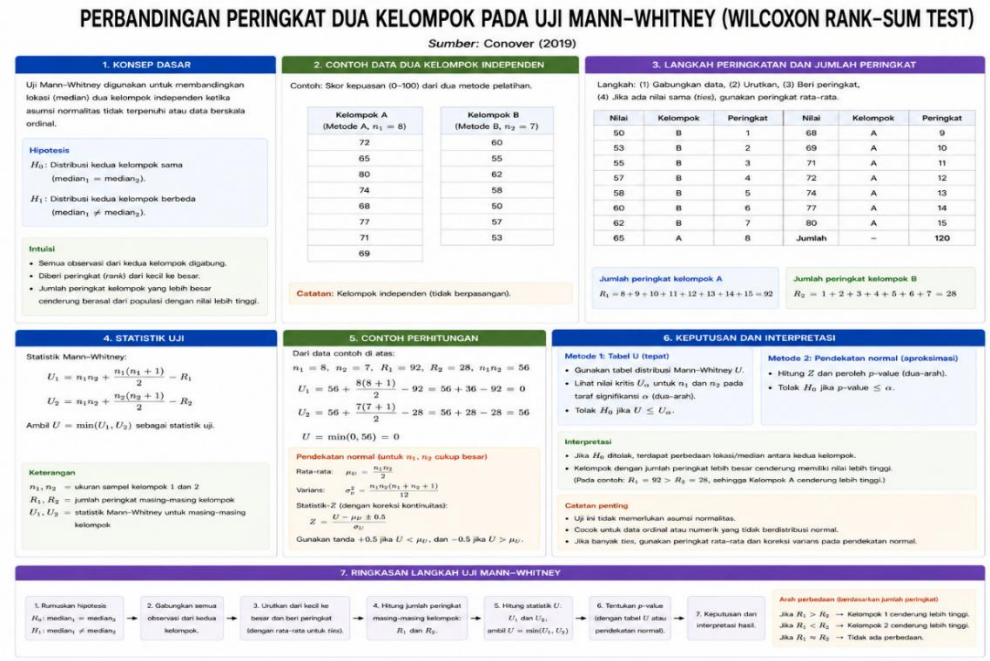
Gambar 6. 3. Perbandingan rerata dua kelompok independen pada uji t tidak berpasangan.
Sumber: Lakens (2022).

6.4 Uji Mann–Whitney

Uji Mann–Whitney merupakan alternatif nonparametrik uji t independen yang digunakan untuk membandingkan distribusi atau median dua kelompok independen. Uji ini berbasis peringkat sehingga tidak memerlukan asumsi normalitas. Dalam penelitian kesehatan, Mann–Whitney digunakan pada data numerik tidak normal atau ordinal antar kelompok terapi. Menurut Conover (2019), Mann–Whitney merupakan metode nonparametrik utama untuk dua kelompok independen.

Keunggulan Mann–Whitney adalah robust terhadap outlier dan distribusi menceng. Uji ini menilai apakah distribusi nilai kelompok berbeda secara sistematis. Interpretasi biasanya berbasis median atau distribusi peringkat. Dalam penelitian klinis, Mann–Whitney sering digunakan untuk skor nyeri atau biomarker tidak normal antar kelompok. Menurut Kim (2017), Mann–Whitney lebih tepat pada data nonnormal antar kelompok independen.

Perhitungan Mann–Whitney dilakukan dengan memberi peringkat seluruh data dan membandingkan jumlah peringkat tiap kelompok. Statistik U dihitung dari jumlah peringkat dan ukuran sampel. Nilai p kemudian menentukan signifikansi perbedaan. Dalam praktik modern, perangkat lunak statistik digunakan untuk perhitungan. Menurut Schober et al. (2021), analisis peringkat efektif pada data klinis nonnormal.



Gambar 6. 4. Perbandingan peringkat dua kelompok pada uji Mann–Whitney.
Sumber: Conover (2019).

6.5 One-Way ANOVA dan Kruskal–Wallis

One-way ANOVA merupakan uji parametrik untuk membandingkan rerata variabel numerik pada lebih dari dua kelompok independen. Uji ini mengevaluasi apakah terdapat perbedaan rerata antar kelompok berdasarkan varians antar dan dalam kelompok. Dalam penelitian kesehatan, ANOVA digunakan untuk membandingkan parameter klinis pada beberapa kelompok terapi. Menurut Blanca et al. (2019), ANOVA tetap robust terhadap deviasi normalitas ringan.

Jika asumsi normalitas atau homogenitas varians tidak terpenuhi, digunakan uji Kruskal–Wallis sebagai alternatif nonparametrik. Uji ini berbasis peringkat dan membandingkan distribusi median antar kelompok. Dalam penelitian klinis, Kruskal–Wallis digunakan pada data biomarker tidak normal pada beberapa kelompok. Menurut Conover (2019), Kruskal–Wallis merupakan alternatif nonparametrik ANOVA.

Interpretasi ANOVA atau Kruskal–Wallis dilakukan melalui nilai p global. Jika signifikan, analisis post-hoc dilakukan untuk mengetahui kelompok yang berbeda. Post-hoc parametrik meliputi Tukey, sedangkan nonparametrik meliputi Dunn. Analisis lanjut penting untuk interpretasi klinis. Menurut Harrell (2021), analisis multikelompok harus diikuti perbandingan berpasangan terkontrol.

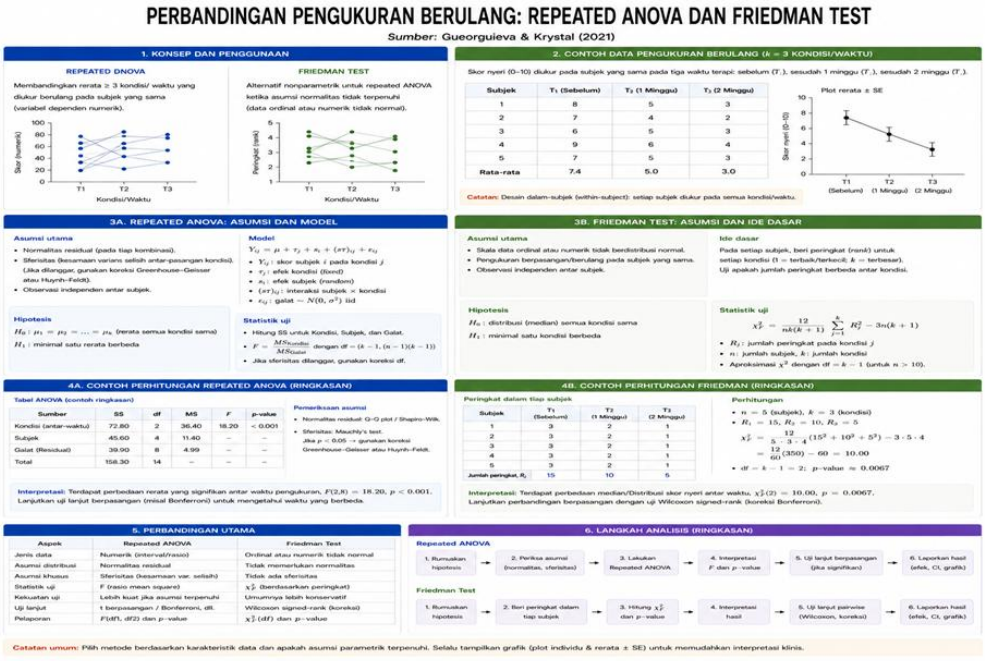
Gambar 6. 5. Perbandingan beberapa kelompok pada ANOVA dan Kruskal–Wallis.
Sumber: Blanca et al. (2019).

6.6 Repeated ANOVA dan Uji Friedman

Repeated measures ANOVA merupakan uji parametrik untuk membandingkan rerata variabel numerik pada lebih dari dua pengukuran berulang pada subjek yang sama. Uji ini mempertimbangkan korelasi intraindividu sehingga lebih akurat dibanding ANOVA independen. Dalam penelitian kesehatan, digunakan untuk menilai perubahan biomarker pada beberapa waktu follow-up. Menurut Gueorguieva dan Krystal (2021), repeated ANOVA penting dalam analisis longitudinal klinis.

Jika asumsi normalitas tidak terpenuhi, digunakan uji Friedman sebagai alternatif nonparametrik. Uji ini berbasis peringkat data berulang dan menilai perbedaan median antar waktu atau kondisi. Dalam penelitian klinis, Friedman digunakan untuk skor ordinal berulang. Keunggulan Friedman adalah tidak memerlukan asumsi distribusi. Menurut Conover (2019), Friedman merupakan alternatif nonparametrik repeated ANOVA.

Interpretasi repeated ANOVA dan Friedman menggunakan nilai p global. Jika signifikan, analisis post-hoc berpasangan dilakukan untuk menentukan waktu berbeda. Analisis longitudinal penting untuk memahami dinamika respons terapi. Dalam epidemiologi klinis, metode ini sering digunakan pada uji intervensi jangka panjang. Menurut Gueorguieva dan Krystal (2021), analisis pengukuran berulang meningkatkan validitas evaluasi terapi.



Gambar 6. 6. Perbandingan pengukuran berulang pada repeated ANOVA dan Friedman.
Sumber: Gueorguieva & Krystal (2021).

Review Questions

1. Kapan menggunakan uji t berpasangan?
2. Apa perbedaan Wilcoxon dan t berpasangan?
3. Kapan Mann–Whitney digunakan?
4. Apa tujuan ANOVA satu arah?
5. Mengapa Friedman merupakan alternatif repeated ANOVA?

Jawaban

1. Untuk membandingkan rerata dua pengukuran numerik pada subjek yang sama.
2. Wilcoxon nonparametrik median, t berpasangan parametrik rerata.
3. Untuk dua kelompok independen dengan data nonnormal/ordinal.
4. Membandingkan rerata lebih dari dua kelompok independen.
5. Karena tidak memerlukan asumsi normalitas pada data berulang.

DAFTAR PUSTAKA

Blanca, M. J., et al. (2019). Non-normal data and ANOVA. *Psicothema*, 31(4), 552–557.

Conover, W. J. (2019). *Practical nonparametric statistics*. Wiley.

Gueorguieva, R., & Krystal, J. H. (2021). Repeated measures analysis. *JAMA Psychiatry*, 78(1), 1–2.

Harrell, F. E. (2021). Statistical thinking. *Journal of Clinical Epidemiology*, 139, 1–10.

Kim, H. Y. (2017). Statistical notes. *Restorative Dentistry & Endodontics*, 42(2), 152–155.

Lakens, D. (2022). Sample size and effect size. *Collabra: Psychology*, 8(1), 33267.

Mukaka, M. M. (2019). Statistics corner. *Malawi Medical Journal*, 24(3), 69–71.

Schober, P., Boer, C., & Schwarte, L. A. (2021). Data analysis. *Anesthesia & Analgesia*, 132(5), 1120–1127.

Sullivan, G. M., & Feinn, R. (2020). Effect size. *Journal of Graduate Medical Education*, 12(3), 279–282.

Wasserstein, R. L., et al. (2019). Moving beyond p-values. *The American Statistician*, 73, 1–19.

BAB 7

ANALISIS MULTIVARIAT DAN REGRESI LINIER – REGRESI LOGISTIK – ANALISIS SURVIVAL

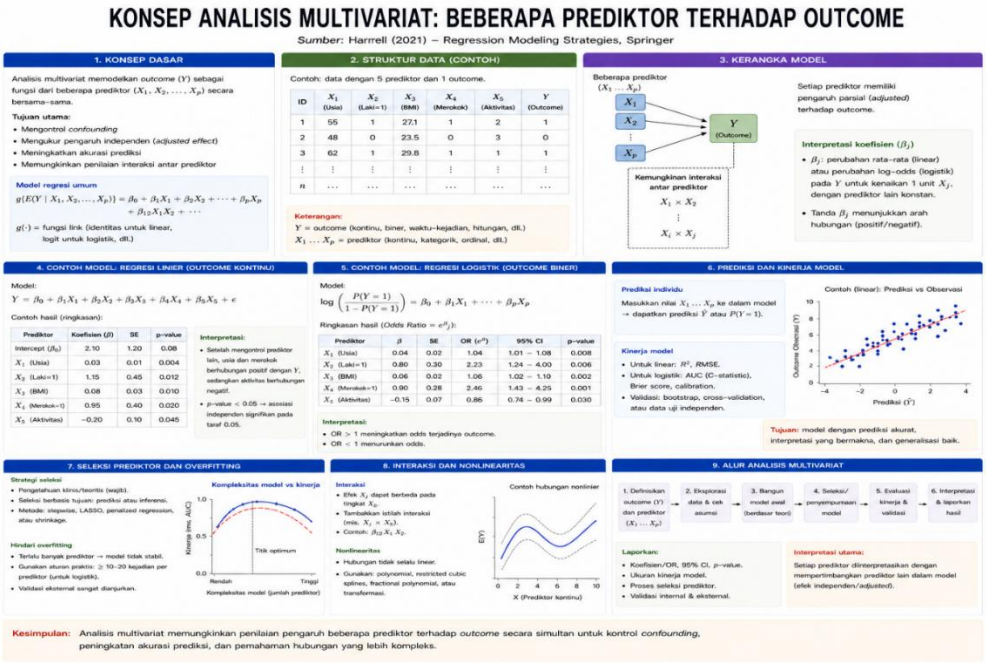
7.1 Analisis Multivariat

Analisis multivariat merupakan metode statistik yang digunakan untuk menganalisis hubungan simultan antara beberapa variabel independen terhadap satu atau lebih variabel dependen. Pendekatan ini penting dalam penelitian kesehatan karena outcome klinis biasanya dipengaruhi banyak faktor secara bersamaan. Analisis multivariat memungkinkan pengendalian variabel perancu sehingga estimasi hubungan lebih akurat dibanding analisis bivariat. Dalam epidemiologi, metode ini digunakan untuk identifikasi faktor risiko penyakit. Menurut Vittinghoff et al. (2020), analisis multivariat merupakan pendekatan utama dalam penelitian klinis observasional.

Dalam praktik penelitian medis, analisis multivariat meliputi regresi linier, regresi logistik, regresi Cox, dan model prediksi klinis. Pemilihan metode bergantung pada jenis variabel dependen, apakah kontinu, kategorik, atau waktu-kejadian. Analisis multivariat juga memungkinkan evaluasi interaksi antar variabel dan kontribusi relatif prediktor. Hal ini penting untuk memahami mekanisme penyakit dan respons terapi. Menurut Riley et al. (2020), model multivariat meningkatkan akurasi prediksi klinis dan personalisasi terapi.

Interpretasi analisis multivariat melibatkan koefisien regresi, signifikansi statistik, dan ukuran kecocokan model. Koefisien menunjukkan arah dan besarnya pengaruh variabel independen setelah mengendalikan variabel lain. Oleh karena itu, analisis multivariat memberikan estimasi hubungan independen yang lebih valid. Dalam penelitian kedokteran modern, analisis multivariat menjadi standar

pelaporan hasil. Menurut Harrell (2021), inferensi multivariat penting untuk memahami hubungan kompleks variabel kesehatan.



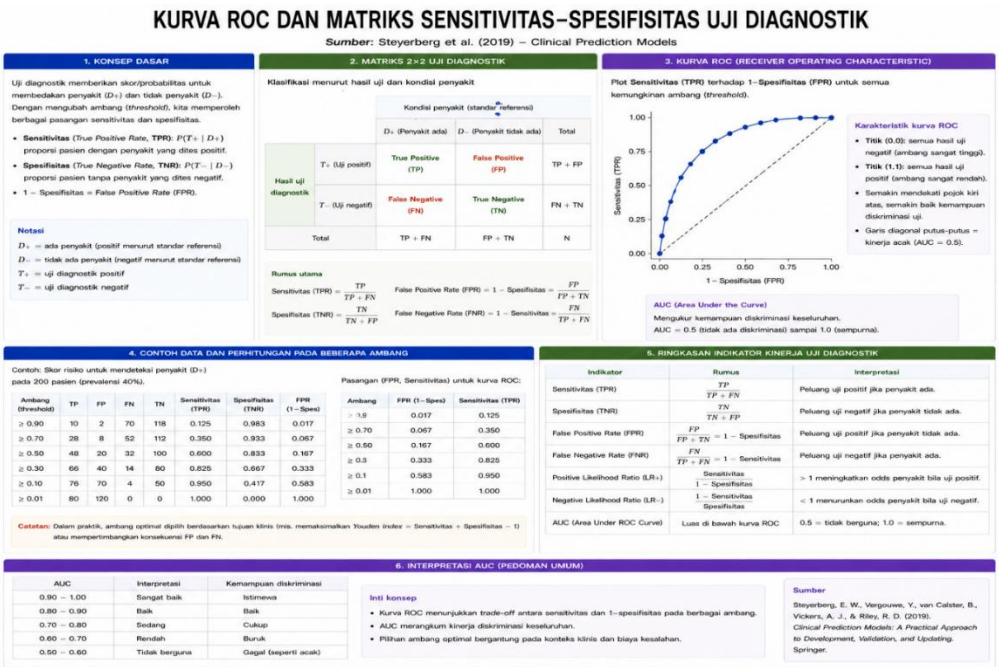
Gambar 7. 1. Konsep analisis multivariat dengan beberapa prediktor terhadap outcome.
Sumber: Harrell (2021).

7.2 Uji Diagnostik dan Uji Prognostik

Uji diagnostik dan prognostik merupakan aplikasi analisis statistik untuk mengevaluasi kemampuan tes atau model dalam mendeteksi penyakit atau memprediksi outcome. Evaluasi diagnostik menggunakan ukuran sensitivitas, spesifisitas, nilai prediktif, dan kurva ROC. Sensitivitas menggambarkan kemampuan tes mendeteksi penyakit, sedangkan spesifisitas menunjukkan kemampuan mengidentifikasi individu sehat. Dalam penelitian klinis, analisis diagnostik penting untuk validasi biomarker atau metode pemeriksaan. Menurut Steyerberg et al. (2019), evaluasi diagnostik merupakan bagian utama pengembangan model klinis.

Uji prognostik bertujuan memprediksi outcome masa depan seperti mortalitas atau komplikasi penyakit. Analisis prognostik sering menggunakan regresi logistik atau Cox untuk menilai faktor prediktor outcome. Model prognostik membantu stratifikasi risiko pasien dan pengambilan keputusan terapi. Dalam kedokteran modern, model prognostik digunakan pada penyakit kronis dan kanker. Menurut Riley et al. (2020), model prognostik berbasis multivariat meningkatkan pengambilan keputusan klinis individual.

Evaluasi model diagnostik dan prognostik melibatkan ukuran diskriminasi dan kalibrasi. Diskriminasi menunjukkan kemampuan model membedakan outcome, sedangkan kalibrasi menunjukkan kesesuaian prediksi dengan kejadian nyata. Kurva ROC dan area under curve (AUC) merupakan ukuran diskriminasi utama. Model yang baik memiliki AUC tinggi dan kalibrasi baik. Menurut Van Calster et al. (2019), evaluasi diskriminasi dan kalibrasi penting dalam validasi model klinis.



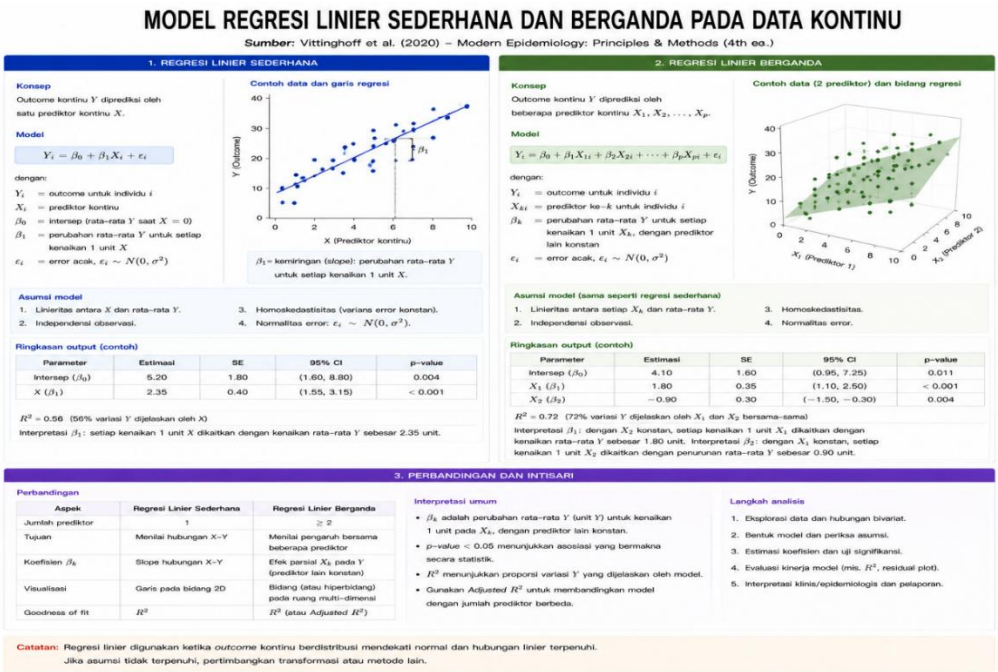
Gambar 7. 2. Kurva ROC dan matriks sensitivitas–spesifisitas uji diagnostik.
Sumber: Steyerberg et al. (2019).

7.3 Regresi Linier

Regresi linier merupakan metode statistik multivariat untuk memodelkan hubungan antara variabel dependen kontinu dengan satu atau lebih variabel independen. Model regresi linier sederhana melibatkan satu prediktor, sedangkan regresi linier berganda melibatkan beberapa prediktor. Koefisien regresi menunjukkan perubahan rerata outcome untuk setiap unit perubahan prediktor. Dalam penelitian kesehatan, regresi linier digunakan untuk memodelkan parameter fisiologis atau skor klinis. Menurut Vittinghoff et al. (2020), regresi linier merupakan metode dasar analisis hubungan kontinu dalam epidemiologi.

Asumsi regresi linier meliputi linearitas hubungan, normalitas residual, homoskedastisitas, dan independensi observasi. Pelanggaran asumsi dapat menyebabkan estimasi bias atau tidak efisien. Oleh karena itu, evaluasi residual dan grafik diagnostik penting sebelum interpretasi. Dalam penelitian klinis, regresi linier memungkinkan pengendalian variabel perancu dan estimasi efek independen. Menurut Harrell (2021), validasi asumsi merupakan langkah penting dalam analisis regresi.

Interpretasi regresi linier melibatkan koefisien, interval kepercayaan, dan nilai p. Koefisien menunjukkan arah dan besar pengaruh prediktor, sedangkan R^2 menunjukkan proporsi variansi outcome yang dijelaskan model. Nilai R^2 tinggi menunjukkan model menjelaskan variasi outcome dengan baik. Namun, R^2 harus diinterpretasikan bersama konteks klinis. Menurut Riley et al. (2020), interpretasi model harus mempertimbangkan relevansi klinis, bukan hanya statistik.



Gambar 7. 3. Model regresi linier sederhana dan berganda pada data kontinu.
Sumber: Vittinghoff et al. (2020).

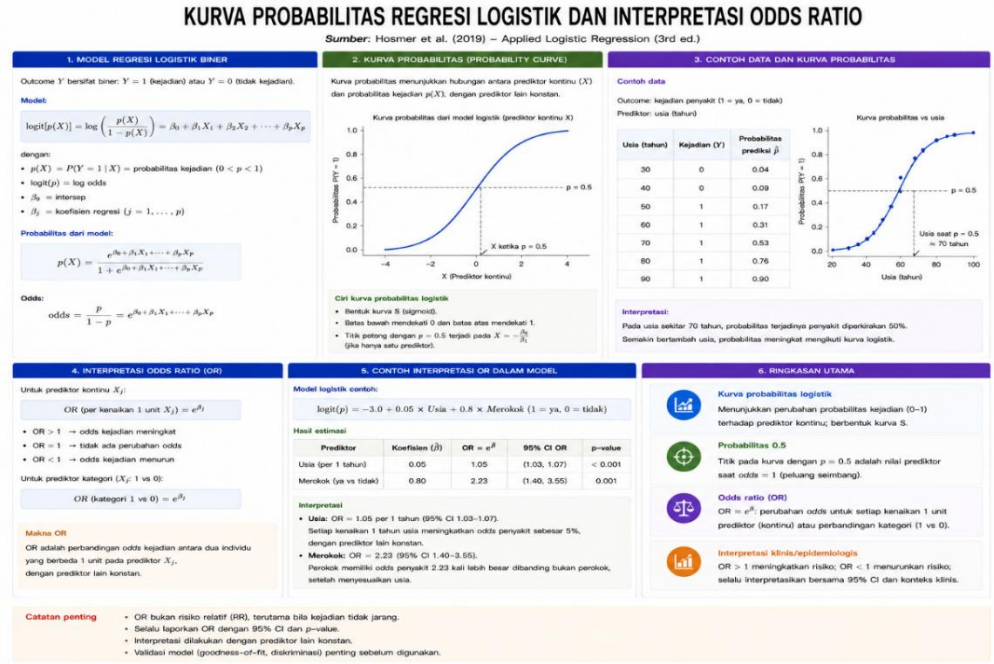
7.4 Regresi Logistik

Regresi logistik merupakan metode multivariat untuk memodelkan hubungan antara variabel independen dengan outcome kategorik biner. Model ini memperkirakan probabilitas kejadian outcome berdasarkan prediktor menggunakan fungsi logit. Koefisien regresi logistik biasanya dinyatakan sebagai odds ratio yang menggambarkan perubahan peluang kejadian. Dalam penelitian kesehatan, regresi logistik digunakan untuk analisis faktor risiko penyakit. Menurut Hosmer et al. (2019), regresi logistik merupakan metode utama analisis outcome biner.

Keunggulan regresi logistik adalah tidak memerlukan asumsi normalitas variabel dependen dan dapat mengakomodasi prediktor kategorik maupun kontinu. Model ini juga memungkinkan pengendalian variabel perancu dan analisis interaksi. Dalam epidemiologi, regresi logistik sering digunakan pada studi kasus-kontrol dan kohort. Menurut

Vittinghoff et al. (2020), regresi logistik memberikan estimasi risiko independen yang valid.

Interpretasi regresi logistik melibatkan odds ratio, interval kepercayaan, dan signifikansi. Odds ratio >1 menunjukkan peningkatan risiko, sedangkan <1 menunjukkan efek protektif. Evaluasi model dilakukan dengan AUC dan goodness-of-fit. Model yang baik memiliki diskriminasi dan kalibrasi baik. Menurut Van Calster et al. (2019), evaluasi model logistik penting untuk validitas prediksi klinis.



Gambar 7. 4. Kurva probabilitas regresi logistik dan interpretasi odds ratio.

Sumber: Hosmer et al. (2019).

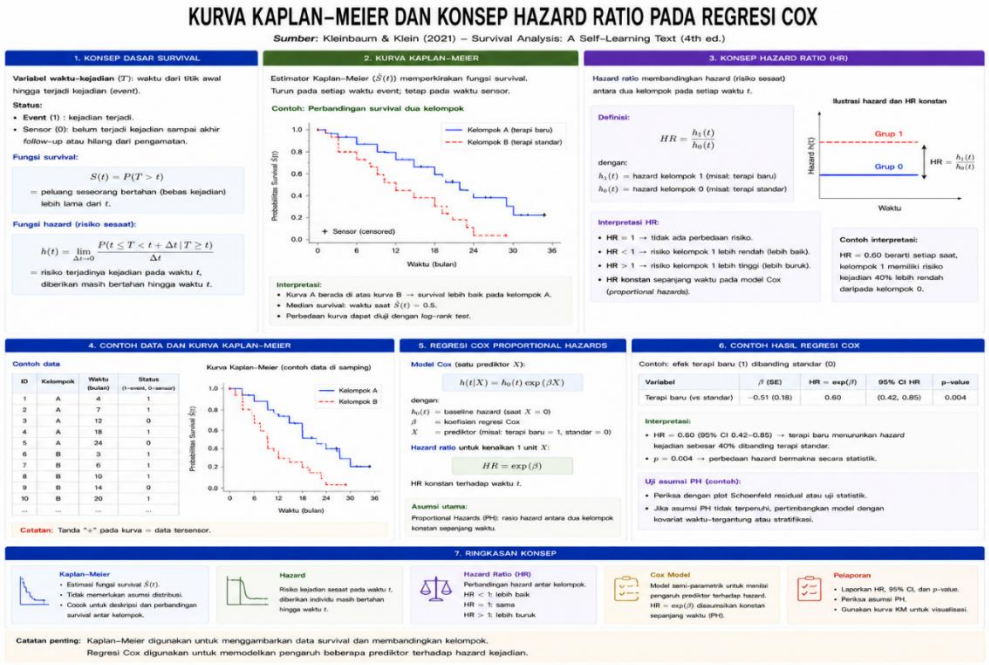
7.5 Analisis Survival

Analisis survival merupakan metode statistik untuk menganalisis waktu hingga terjadinya suatu kejadian (time-to-event). Outcome dapat berupa kematian, kekambuhan, atau komplikasi penyakit. Analisis survival memperhitungkan data tersensor, yaitu subjek yang belum mengalami kejadian hingga akhir studi. Metode utama analisis survival adalah kurva Kaplan–Meier dan regresi Cox. Dalam penelitian klinis,

analisis survival digunakan pada studi kanker dan penyakit kronis. Menurut Kleinbaum dan Klein (2021), analisis survival merupakan metode standar data waktu-kejadian.

Kurva Kaplan–Meier digunakan untuk menggambarkan probabilitas bertahan hidup sepanjang waktu. Perbandingan antar kelompok dilakukan menggunakan uji log-rank. Kurva survival memberikan visualisasi dinamika kejadian dalam populasi. Dalam penelitian kesehatan, metode ini digunakan untuk mengevaluasi efektivitas terapi jangka panjang. Menurut Rich et al. (2020), Kaplan–Meier merupakan alat utama analisis survival deskriptif.

Regresi Cox digunakan untuk menilai pengaruh variabel terhadap risiko kejadian sepanjang waktu. Koefisien Cox dinyatakan sebagai hazard ratio yang menggambarkan perubahan risiko relatif. Model Cox memungkinkan analisis multivariat data survival. Dalam epidemiologi klinis, regresi Cox digunakan untuk identifikasi faktor prognostik. Menurut Riley et al. (2020), model survival multivariat penting dalam penelitian prognosis penyakit.



Gambar 7. 5. Kurva Kaplan–Meier dan konsep hazard ratio pada regresi Cox.

Sumber: Kleinbaum & Klein (2021).

Review Questions

1. Apa tujuan analisis multivariat dalam penelitian kesehatan?
2. Apa perbedaan model diagnostik dan prognostik?
3. Kapan regresi linier digunakan?
4. Apa arti odds ratio dalam regresi logistik?
5. Mengapa analisis survival memperhitungkan data tersensor?

Jawaban

1. Menilai pengaruh simultan beberapa variabel terhadap outcome dan mengendalikan confounding.
2. Diagnostik mendeteksi penyakit saat ini, prognostik memprediksi outcome masa depan.
3. Saat outcome kontinu dan hubungan linear dengan prediktor.
4. Perubahan peluang kejadian outcome akibat prediktor.
5. Karena sebagian subjek belum mengalami kejadian saat studi berakhir.

DAFTAR PUSTAKA

Harrell, F. E. (2021). Statistical thinking. *Journal of Clinical Epidemiology*, 139, 1–10.

Hosmer, D. W., Lemeshow, S., & Sturdivant, R. (2019). *Applied logistic regression*. Wiley.

Kleinbaum, D. G., & Klein, M. (2021). *Survival analysis*. Springer.

Rich, J. T., et al. (2020). Survival analysis in clinical research. *Otolaryngology–Head and Neck Surgery*, 163(3), 1–8.

Riley, R. D., et al. (2020). Prediction models. *Statistics in Medicine*, 39, 245–263.

Steyerberg, E. W., et al. (2019). Prediction models in clinical medicine. *Journal of Clinical Epidemiology*, 108, 1–10.

Van Calster, B., et al. (2019). Calibration models. *BMC Medicine*, 17, 230.

Vittinghoff, E., et al. (2020). *Regression methods in biostatistics*. Springer.

Wasserstein, R. L., et al. (2019). Moving beyond p-values. *The American Statistician*, 73, 1–19.

BAB 8

UJI STATISTIK DALAM PENELITIAN KUALITATIF DAN APLIKASI NVIVO / ATLAS.TI

8.1 Macam Instrumen Penelitian Kualitatif

Instrumen penelitian kualitatif merupakan alat pengumpulan data yang bertujuan memahami pengalaman, persepsi, dan makna fenomena sosial atau kesehatan. Instrumen utama penelitian kualitatif meliputi wawancara mendalam, diskusi kelompok terarah (FGD), observasi partisipatif, dan analisis dokumen. Berbeda dengan penelitian kuantitatif, peneliti sendiri sering menjadi instrumen utama karena terlibat langsung dalam pengumpulan dan interpretasi data. Dalam penelitian kesehatan, wawancara digunakan untuk memahami pengalaman pasien atau tenaga kesehatan. Menurut Creswell dan Poth (2018), instrumen kualitatif bertujuan mengeksplorasi makna subjektif partisipan secara mendalam.

Pemilihan instrumen bergantung pada tujuan penelitian dan konteks fenomena yang diteliti. Wawancara mendalam cocok untuk eksplorasi pengalaman individual, sedangkan FGD untuk memahami dinamika kelompok atau norma sosial. Observasi partisipatif digunakan untuk memahami perilaku dalam konteks alami, seperti praktik klinis atau komunitas. Analisis dokumen digunakan untuk mengevaluasi kebijakan atau catatan medis. Menurut Tong et al. (2020), pemilihan instrumen yang tepat meningkatkan kredibilitas penelitian kualitatif kesehatan.

Validitas instrumen kualitatif bergantung pada kredibilitas, transferabilitas, dependabilitas, dan konfirmabilitas data. Proses seperti triangulasi dan audit trail digunakan untuk memastikan kualitas data. Dalam penelitian kesehatan modern, standar pelaporan seperti COREQ digunakan untuk meningkatkan transparansi penelitian kualitatif.

Menurut O'Brien et al. (2020), pelaporan metodologi kualitatif yang jelas penting untuk kualitas penelitian kesehatan.

Gambar 8. 1. Instrumen penelitian kualitatif: wawancara, FGD, dan observasi.
Sumber: O'Brien et al. (2020).

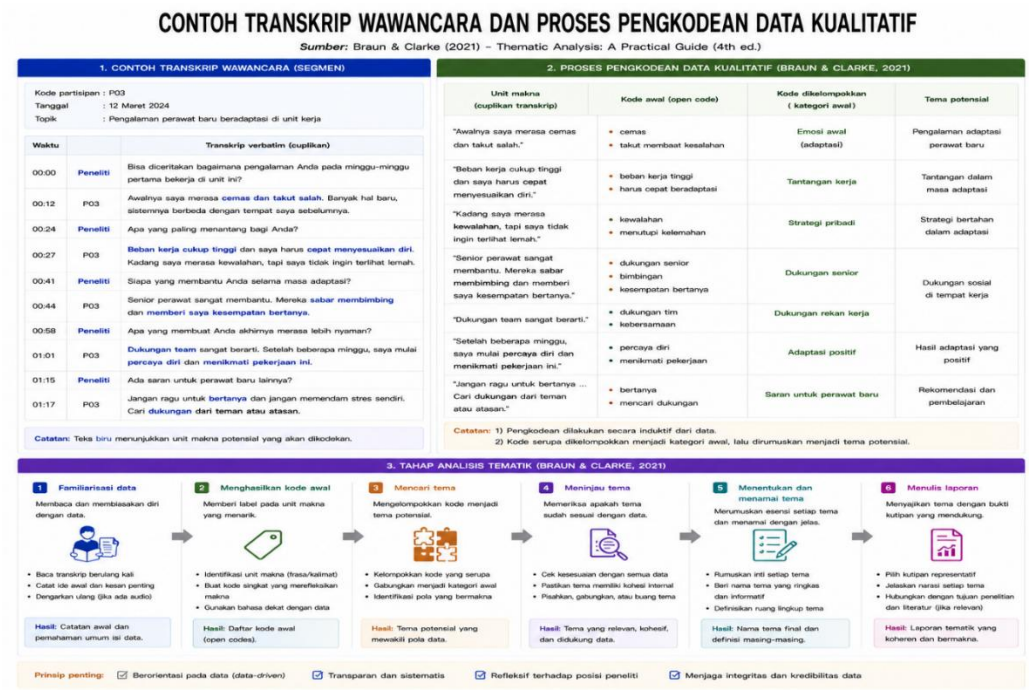
8.2 Jenis Data pada Penelitian Kualitatif

Data penelitian kualitatif berupa teks, narasi, audio, video, atau dokumen yang merepresentasikan pengalaman dan makna partisipan. Data wawancara dan FGD biasanya ditranskripsi menjadi teks untuk analisis tematik. Data observasi berupa catatan lapangan yang menggambarkan konteks perilaku atau interaksi. Data dokumen dapat berupa rekam medis, kebijakan kesehatan, atau catatan organisasi. Menurut Braun dan Clarke (2021), data kualitatif merepresentasikan makna subjektif yang tidak dapat direduksi menjadi angka.

Karakteristik data kualitatif adalah kontekstual, mendalam, dan fleksibel. Analisis tidak bertujuan generalisasi statistik, tetapi pemahaman fenomena. Oleh karena itu, ukuran sampel ditentukan oleh

saturasi data, yaitu titik ketika tidak ada tema baru muncul. Dalam penelitian kesehatan, saturasi penting untuk memastikan kelengkapan perspektif pasien atau tenaga kesehatan. Menurut Saunders et al. (2018), saturasi data merupakan indikator kecukupan sampel kualitatif.

Pengelolaan data kualitatif memerlukan proses pengkodean dan kategorisasi untuk mengidentifikasi tema. Proses ini dapat dilakukan manual atau menggunakan perangkat lunak analisis kualitatif. Data harus disimpan dan dikelola secara sistematis untuk menjaga audit trail. Dalam penelitian kesehatan, manajemen data penting untuk menjaga transparansi analisis. Menurut Nowell et al. (2017), proses pengkodean sistematis meningkatkan kredibilitas analisis tematik.



Gambar 8. 2. Contoh transkrip wawancara dan proses pengkodean data kualitatif.

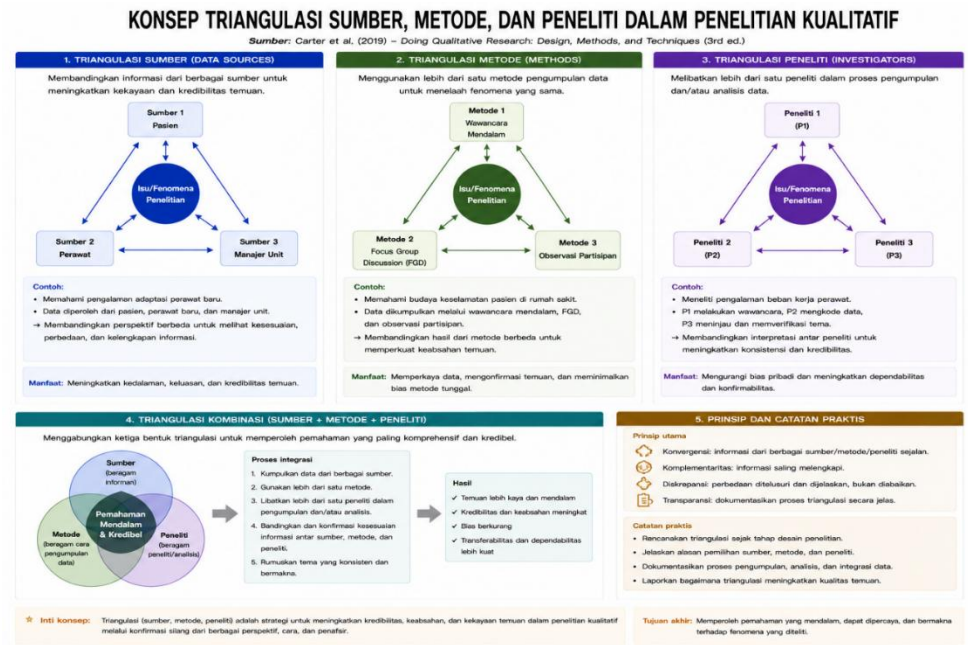
Sumber: Braun & Clarke (2021).

8.3 Triangulasi Data

Triangulasi merupakan teknik validasi dalam penelitian kualitatif yang menggunakan berbagai sumber, metode, atau peneliti untuk meningkatkan kredibilitas temuan. Triangulasi sumber melibatkan berbagai partisipan atau konteks, triangulasi metode melibatkan berbagai teknik pengumpulan data, dan triangulasi peneliti melibatkan lebih dari satu analis. Tujuan triangulasi adalah mengurangi bias subjektif peneliti dan meningkatkan kepercayaan temuan. Menurut Carter et al. (2019), triangulasi meningkatkan validitas penelitian kualitatif kesehatan.

Dalam penelitian kesehatan, triangulasi sering dilakukan dengan menggabungkan wawancara pasien, observasi klinis, dan dokumen medis. Pendekatan ini memungkinkan pemahaman fenomena dari berbagai perspektif. Triangulasi juga digunakan untuk konfirmasi tema atau interpretasi data. Jika temuan konsisten antar sumber, kredibilitas meningkat. Menurut Noble dan Heale (2019), triangulasi merupakan strategi utama validitas kualitatif.

Triangulasi juga berkaitan dengan integrasi data kualitatif dan kuantitatif dalam penelitian campuran (mixed methods). Pendekatan ini menggabungkan analisis statistik dan naratif untuk pemahaman komprehensif. Dalam penelitian kesehatan masyarakat, triangulasi membantu memahami faktor sosial dan klinis secara bersamaan. Menurut Fetters et al. (2020), integrasi metode meningkatkan kualitas penelitian kesehatan kompleks.



Gambar 8. 3. Konsep triangulasi sumber, metode, dan peneliti dalam penelitian kualitatif.
Sumber: Carter et al. (2019).

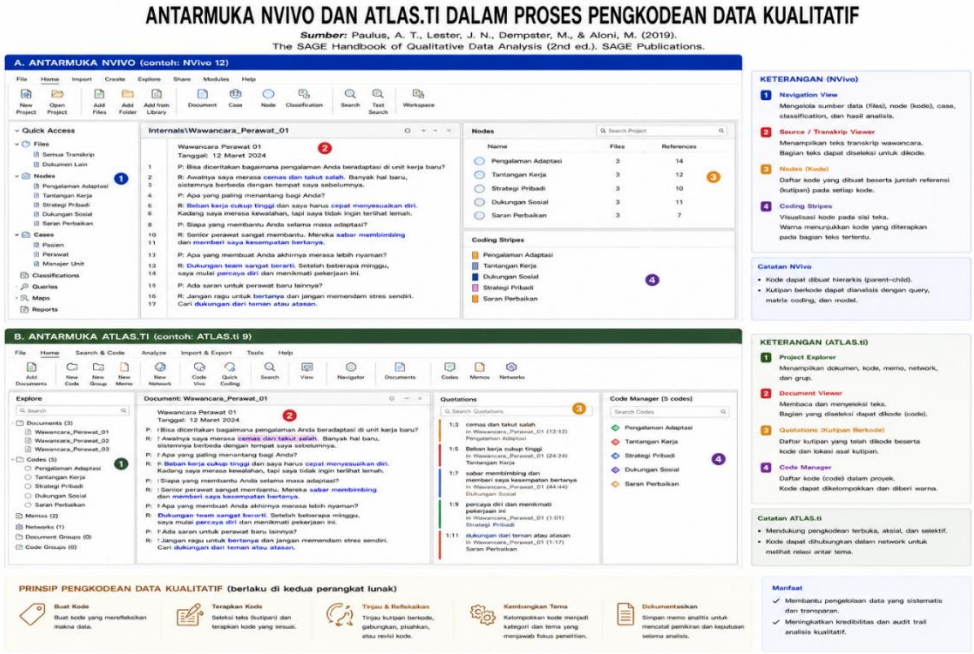
8.4 Pengenalan Software NVivo / ATLAS.TI

NVivo dan Atlas.ti merupakan perangkat lunak analisis data kualitatif berbantuan komputer (CAQDAS) yang digunakan untuk mengelola, mengkode, dan menganalisis data kualitatif. Perangkat lunak ini memungkinkan penyimpanan data teks, audio, dan video serta pengorganisasian kode dan tema secara sistematis. Dalam penelitian kesehatan, NVivo dan Atlas.ti digunakan untuk analisis wawancara pasien, tenaga kesehatan, atau kebijakan. Menurut Paulus et al. (2019), CAQDAS meningkatkan transparansi dan efisiensi analisis kualitatif.

Fitur utama NVivo dan Atlas.ti meliputi coding, kategorisasi, pencarian teks, visualisasi hubungan tema, dan analisis frekuensi kata. Perangkat lunak ini tidak melakukan analisis otomatis, tetapi membantu peneliti mengelola proses analisis. Oleh karena itu, interpretasi tetap bergantung pada peneliti. Dalam penelitian kesehatan, CAQDAS membantu analisis data besar dari wawancara multi-situs. Menurut

Woods et al. (2021), penggunaan CAQDAS meningkatkan manajemen data kualitatif kompleks.

Keunggulan NVivo dan Atlas.ti adalah kemampuan audit trail digital dan kolaborasi tim peneliti. Proses coding dapat ditelusuri kembali sehingga meningkatkan transparansi analisis. Dalam penelitian klinis kualitatif, transparansi penting untuk validitas metodologi. Penggunaan perangkat lunak juga memungkinkan integrasi data kuantitatif sederhana seperti frekuensi kode. Menurut Silver dan Lewins (2019), CAQDAS meningkatkan kredibilitas dan reproduksibilitas analisis kualitatif.



Gambar 8. 4. Antarmuka NVivo dan Atlas.ti dalam proses pengkodean data kualitatif.
Sumber: Paulus et al. (2019).

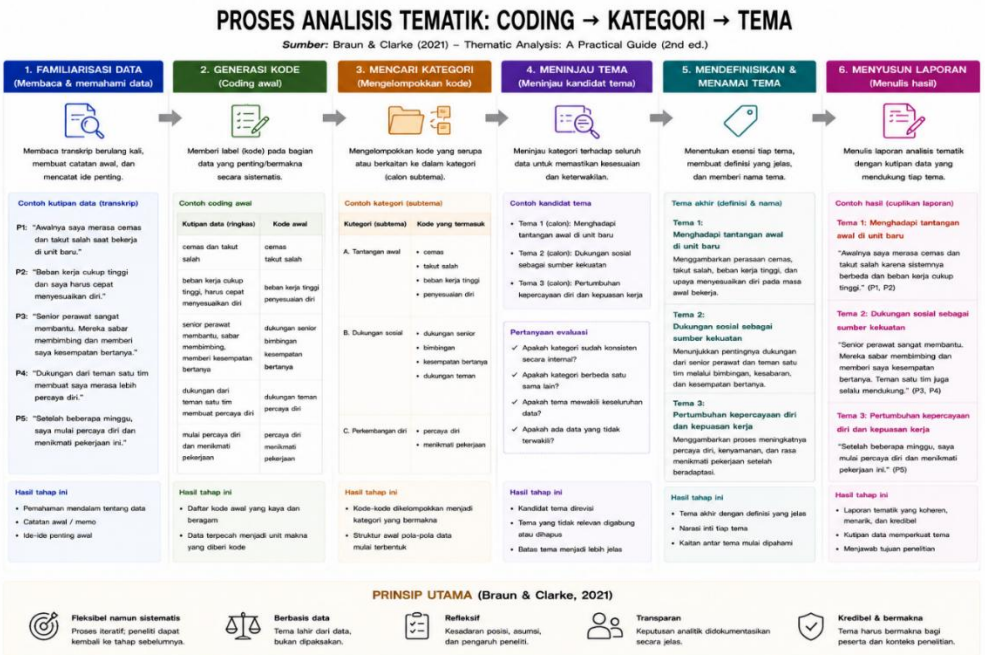
8.5 Demonstrasi Analisis Data dengan NVivo / Atlas.ti

Proses analisis data kualitatif menggunakan NVivo atau Atlas.ti dimulai dengan impor data seperti transkrip wawancara atau dokumen. Data kemudian dibaca berulang untuk memahami konteks sebelum dilakukan pengkodean awal. Pengkodean melibatkan penandaan segmen teks yang relevan dengan konsep atau tema tertentu. Proses ini

menghasilkan daftar kode yang mewakili makna data. Menurut Braun dan Clarke (2021), pengkodean merupakan tahap inti analisis tematik.

Tahap berikutnya adalah pengelompokan kode menjadi kategori dan tema yang lebih luas. Perangkat lunak memungkinkan visualisasi hubungan antar kode melalui peta konsep atau jaringan tema. Peneliti kemudian meninjau dan memvalidasi tema terhadap data asli. Proses iteratif ini memastikan tema mencerminkan data secara akurat. Dalam penelitian kesehatan, tema dapat berupa pengalaman pasien, hambatan layanan, atau persepsi terapi. Menurut Nowell et al. (2017), pengembangan tema sistematis meningkatkan kredibilitas analisis.

Tahap akhir adalah interpretasi dan pelaporan temuan dengan kutipan partisipan sebagai bukti. NVivo dan Atlas.ti memudahkan peneliti menemukan kutipan relevan untuk setiap tema. Hal ini meningkatkan transparansi dan validitas pelaporan. Dalam penelitian kesehatan, pelaporan tematik membantu memahami konteks pengalaman pasien atau tenaga kesehatan. Menurut O'Brien et al. (2020), pelaporan tematik berbasis data meningkatkan kualitas penelitian kualitatif kesehatan.



Gambar 8. 5. Proses analisis tematik: coding → kategori → tema.
Sumber: Braun & Clarke (2021).

Review Questions

1. Apa perbedaan instrumen penelitian kualitatif utama?
2. Apa yang dimaksud saturasi data?
3. Mengapa triangulasi penting dalam penelitian kualitatif?
4. Apa fungsi NVivo/Atlas.ti?
5. Apa tahapan analisis tematik kualitatif?

Jawaban

1. Wawancara eksplorasi individu, FGD dinamika kelompok, observasi perilaku konteks.
2. Titik ketika tidak muncul tema baru dari data.
3. Untuk meningkatkan kredibilitas dan validitas temuan.
4. Mengelola, mengkode, dan menganalisis data kualitatif.
5. Coding, kategorisasi, pengembangan tema, interpretasi.

DAFTAR PUSTAKA

Braun, V., & Clarke, V. (2021). Thematic analysis. *Qualitative Research in Psychology*, 18(2), 328–352.

Carter, N., et al. (2019). Triangulation in qualitative research. *Oncology Nursing Forum*, 41(5), 545–547.

Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2018). *Qualitative inquiry and research design*. Sage.

Fetters, M. D., et al. (2020). Mixed methods research. *Journal of Mixed Methods Research*, 14(2), 1–12.

Noble, H., & Heale, R. (2019). Triangulation in research. *Evidence-Based Nursing*, 22(3), 67–68.

Nowell, L. S., et al. (2017). Thematic analysis. *International Journal of Qualitative Methods*, 16, 1–13.

O'Brien, B. C., et al. (2020). Standards for reporting qualitative research. *Academic Medicine*, 89(9), 1245–1251.

Paulus, T., Lester, J., & Dempster, P. (2019). Digital tools for qualitative analysis. *Qualitative Research*, 19(6), 1–9.

Saunders, B., et al. (2018). Data saturation. *Qualitative Research*, 18(2), 189–206.

Silver, C., & Lewins, A. (2019). Using software in qualitative research. *Qualitative Research in Psychology*, 16(2), 1–15.

Tong, A., et al. (2020). Reporting qualitative research. *BMC Medical Research Methodology*, 20, 1–9.

Woods, M., et al. (2021). CAQDAS in health research. *BMC Medical Research Methodology*, 21, 1–10.

BAB 9
META-ANALISIS DAN APLIKASINYA

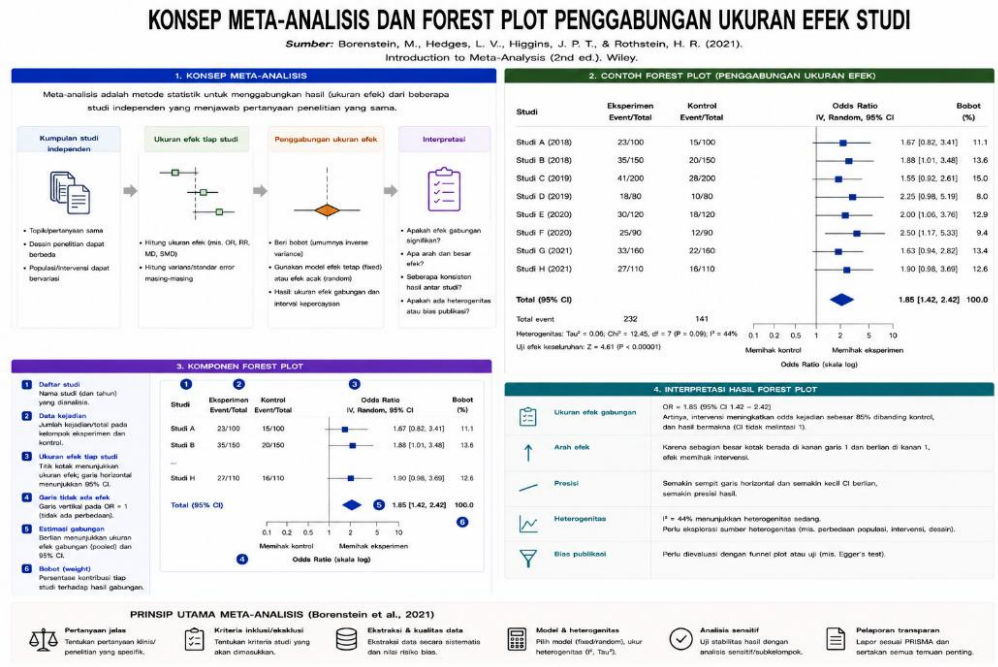
9.1 Konsep Meta-Analisis

Meta-analisis merupakan metode statistik untuk menggabungkan hasil beberapa penelitian independen yang memiliki topik serupa guna memperoleh estimasi efek yang lebih presisi. Pendekatan ini merupakan bagian dari systematic review dan digunakan untuk meningkatkan kekuatan statistik melalui agregasi data. Dalam penelitian kesehatan, meta-analisis digunakan untuk mengevaluasi efektivitas terapi, faktor risiko, dan akurasi diagnostik. Dengan menggabungkan banyak studi, meta-analisis dapat mengurangi variabilitas hasil penelitian individual. Menurut Borenstein et al. (2021), meta-analisis memberikan estimasi efek yang lebih stabil dibanding studi tunggal.

Prinsip utama meta-analisis adalah perhitungan ukuran efek standar dari setiap studi, kemudian menggabungkannya menggunakan model statistik. Ukuran efek dapat berupa odds ratio, risk ratio, atau standardized mean difference tergantung jenis data. Proses ini mempertimbangkan ukuran sampel dan varians masing-masing studi sehingga studi besar memiliki kontribusi lebih besar. Dalam penelitian klinis, meta-analisis dianggap sebagai tingkat bukti tertinggi dalam evidence-based medicine. Menurut Page et al. (2021), meta-analisis meningkatkan kekuatan bukti sintesis penelitian kesehatan.

Meta-analisis juga memungkinkan eksplorasi heterogenitas antar studi dan analisis subkelompok. Heterogenitas menunjukkan variasi hasil antar penelitian yang dapat disebabkan perbedaan desain atau populasi. Analisis ini membantu memahami konsistensi efek terapi dalam berbagai konteks klinis. Dalam epidemiologi, meta-analisis sering digunakan untuk menggabungkan studi kohort atau uji klinis. Menurut Higgins et al.

(2022), analisis heterogenitas merupakan komponen penting meta-analisis modern.



Gambar 9. 1. Konsep meta-analisis dan forest plot penggabungan ukuran efek studi.
Sumber: Borenstein et al. (2021).

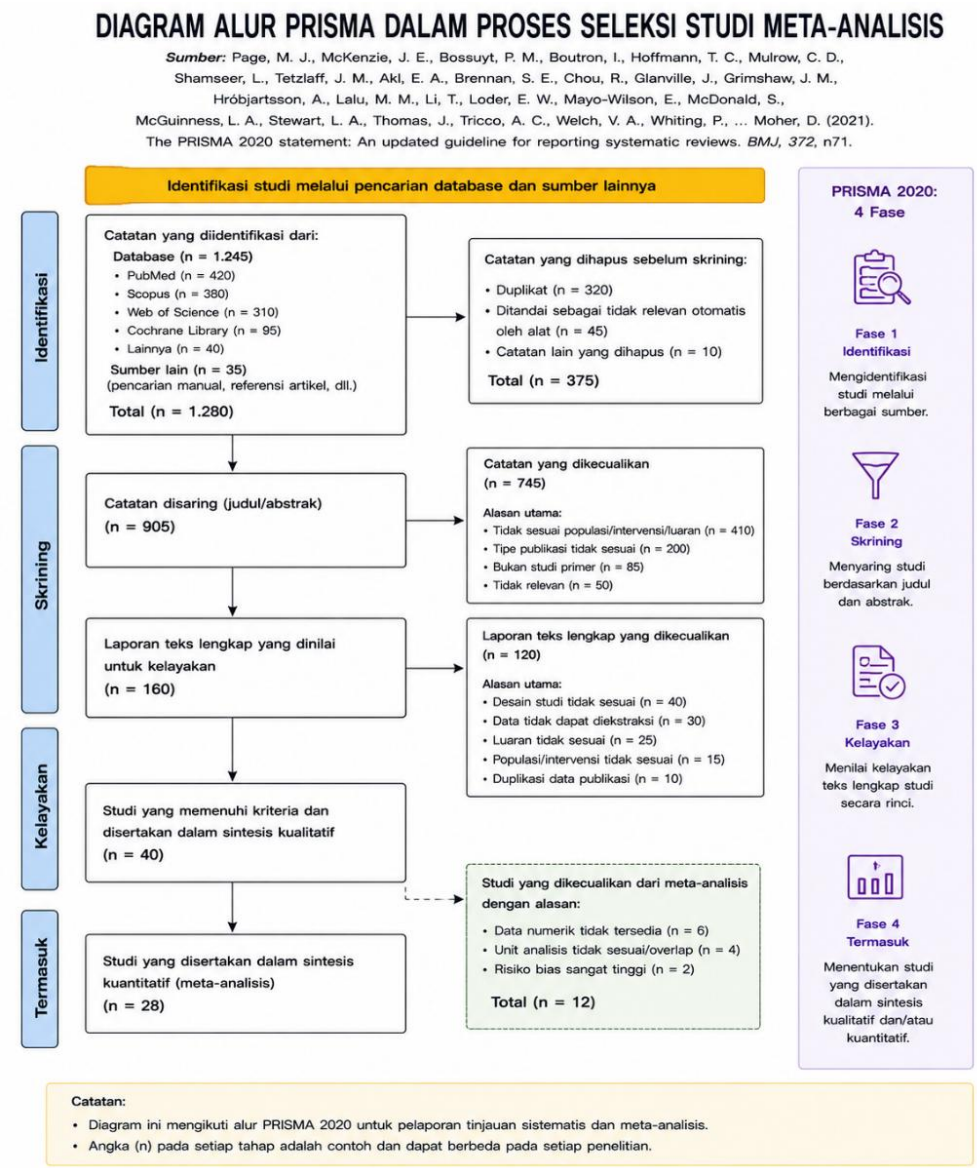
9.2 Tahapan Meta-Analisis

Tahapan meta-analisis dimulai dengan perumusan pertanyaan penelitian menggunakan kerangka PICO (population, intervention, comparison, outcome). Pertanyaan yang jelas memastikan inklusi studi relevan dan homogen secara klinis. Selanjutnya dilakukan pencarian literatur sistematis pada basis data ilmiah seperti PubMed dan Scopus. Proses seleksi dilakukan menggunakan kriteria inklusi dan eksklusi yang ditentukan sebelumnya. Menurut Page et al. (2021), metode sistematis meningkatkan transparansi dan reproduksibilitas meta-analisis.

Tahap berikutnya adalah ekstraksi data dari studi yang memenuhi kriteria. Data yang diambil meliputi ukuran sampel, ukuran efek, varians, dan karakteristik populasi. Kualitas studi kemudian dinilai menggunakan

alat seperti risk of bias tool. Penilaian kualitas penting karena studi berkualitas rendah dapat memengaruhi hasil meta-analisis. Dalam penelitian kesehatan, evaluasi bias merupakan bagian penting sintesis bukti. Menurut Higgins et al. (2022), penilaian bias meningkatkan validitas meta-analisis.

Tahap akhir adalah analisis statistik dan interpretasi hasil. Ukuran efek studi digabungkan menggunakan model efek tetap atau efek acak. Hasil disajikan dalam forest plot dan ukuran heterogenitas seperti I^2. Interpretasi harus mempertimbangkan heterogenitas dan kualitas studi. Dalam praktik klinis, hasil meta-analisis digunakan untuk rekomendasi terapi atau kebijakan kesehatan. Menurut Borenstein et al. (2021), interpretasi meta-analisis harus mempertimbangkan konteks klinis dan metodologi.



Gambar 9. 2. Diagram alur PRISMA dalam proses seleksi studi meta-analisis.
Sumber: Page et al. (2021).

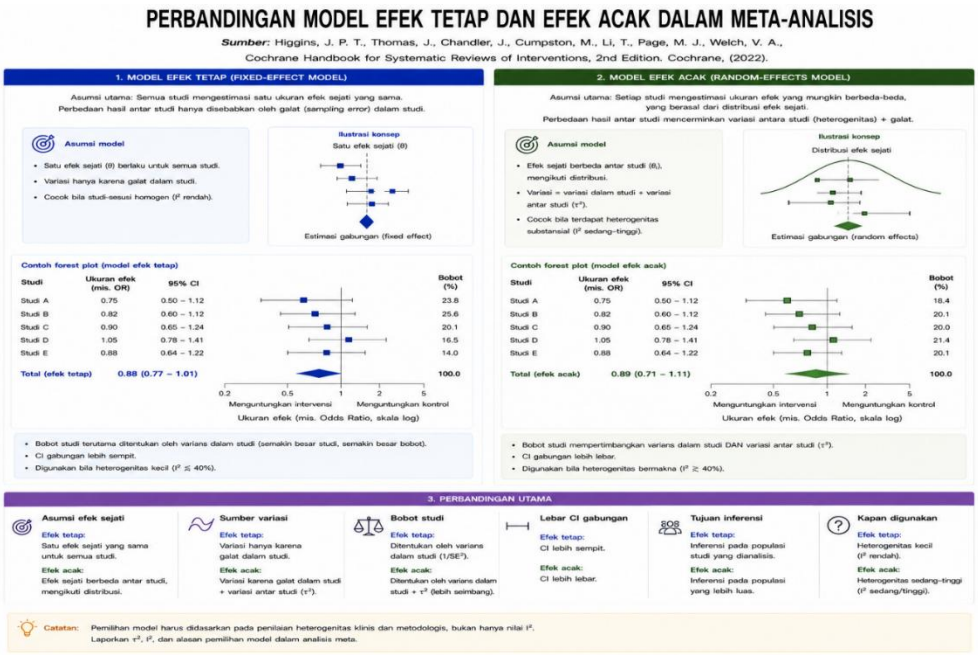
9.3 Model Efek Tetap dan Efek Acak

Model efek tetap dan efek acak merupakan pendekatan statistik utama dalam meta-analisis. Model efek tetap mengasumsikan semua studi memiliki efek sebenarnya yang sama, sehingga variasi hasil hanya berasal

dari kesalahan sampling. Model ini cocok ketika heterogenitas antar studi rendah. Dalam penelitian klinis homogen, model efek tetap memberikan estimasi presisi tinggi. Menurut Borenstein et al. (2021), model efek tetap digunakan ketika asumsi kesamaan efek terpenuhi.

Model efek acak mengasumsikan efek sebenarnya berbeda antar studi karena variasi populasi atau desain. Model ini mempertimbangkan variabilitas antar studi selain varians sampling. Oleh karena itu, interval kepercayaan model efek acak lebih lebar dibanding efek tetap. Model ini lebih realistis dalam meta-analisis kesehatan karena studi jarang identik. Menurut DerSimonian dan Laird (2015), model efek acak lebih sesuai untuk heterogenitas klinis.

Pemilihan model bergantung pada tingkat heterogenitas yang diukur dengan statistik Q dan I^2. Nilai I^2 menunjukkan persentase variasi antar studi yang bukan akibat kebetulan. I^2 tinggi menunjukkan heterogenitas besar sehingga model efek acak lebih tepat. Interpretasi meta-analisis harus mempertimbangkan model yang digunakan. Menurut Higgins et al. (2022), evaluasi heterogenitas penting dalam pemilihan model meta-analisis.



Gambar 9. 3. Perbandingan model efek tetap dan efek acak dalam meta-analisis.
Sumber: Higgins et al. (2022).

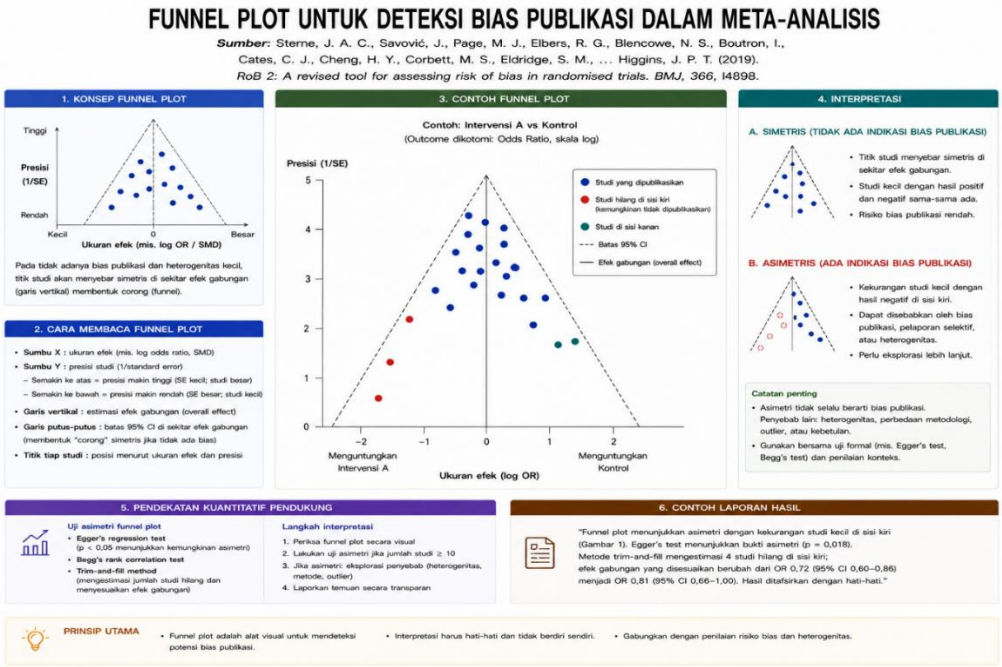
9.4 Bias Publikasi dan Analisis Sensitivitas

Bias publikasi merupakan fenomena di mana studi dengan hasil signifikan lebih mungkin dipublikasikan dibanding studi tidak signifikan. Hal ini dapat menyebabkan estimasi efek meta-analisis menjadi bias. Evaluasi bias publikasi dilakukan menggunakan funnel plot dan uji statistik seperti Egger test. Funnel plot simetris menunjukkan tidak ada bias publikasi. Dalam penelitian kesehatan, bias publikasi merupakan tantangan utama meta-analisis. Menurut Sterne et al. (2019), evaluasi bias publikasi penting dalam interpretasi meta-analisis.

Analisis sensitivitas dilakukan untuk menilai stabilitas hasil meta-analisis terhadap perubahan asumsi atau inklusi studi. Misalnya, meta-analisis diulang setelah mengeluarkan studi berkualitas rendah atau outlier. Jika hasil tetap konsisten, maka temuan dianggap robust. Analisis sensitivitas meningkatkan kepercayaan hasil sintesis bukti. Dalam epidemiologi, metode ini membantu menilai ketahanan hasil terhadap

variasi metodologi. Menurut Borenstein et al. (2021), analisis sensitivitas merupakan bagian penting meta-analisis.

Selain itu, analisis subkelompok digunakan untuk mengeksplorasi sumber heterogenitas. Studi dapat dikelompokkan berdasarkan populasi, dosis, atau desain penelitian. Analisis ini membantu memahami perbedaan efek dalam konteks klinis berbeda. Dalam kedokteran berbasis bukti, analisis subkelompok membantu personalisasi terapi. Menurut Higgins et al. (2022), eksplorasi heterogenitas meningkatkan interpretasi meta-analisis.



Gambar 9. 4. Funnel plot untuk deteksi bias publikasi dalam meta-analisis.
Sumber: Sterne et al. (2019).

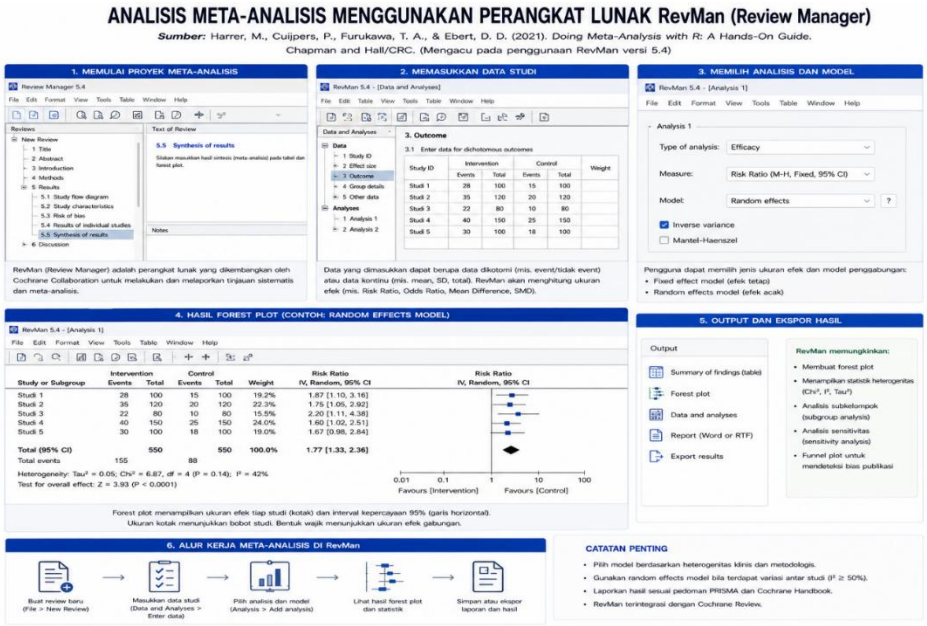
9.5 Demonstrasi Analisis Meta-Analisis

Proses analisis meta-analisis dilakukan menggunakan perangkat lunak statistik seperti RevMan, R (metafor), atau STATA. Data ukuran efek dan varians dari setiap studi dimasukkan ke dalam perangkat lunak. Perangkat lunak kemudian menghitung estimasi efek gabungan menggunakan model efek tetap atau acak. Hasil disajikan dalam forest

plot yang menunjukkan efek tiap studi dan efek gabungan. Dalam penelitian kesehatan, forest plot memudahkan interpretasi konsistensi efek. Menurut Harrer et al. (2021), perangkat lunak meta-analisis memfasilitasi sintesis statistik studi klinis.

Langkah analisis juga meliputi evaluasi heterogenitas, bias publikasi, dan analisis sensitivitas. Output perangkat lunak memberikan nilai I^2, Q, dan uji bias. Peneliti kemudian menafsirkan hasil dalam konteks klinis dan metodologi studi. Interpretasi harus mempertimbangkan kualitas studi dan heterogenitas. Dalam praktik evidence-based medicine, meta-analisis digunakan untuk panduan klinis. Menurut Page et al. (2021), sintesis kuantitatif meningkatkan kekuatan rekomendasi klinis.

Tahap akhir adalah pelaporan meta-analisis menggunakan pedoman PRISMA. Pelaporan meliputi strategi pencarian, seleksi studi, kualitas, dan hasil analisis. Transparansi pelaporan penting untuk reproduksibilitas penelitian. Dalam kesehatan global, meta-analisis sering digunakan untuk kebijakan kesehatan populasi. Menurut Page et al. (2021), pelaporan PRISMA meningkatkan kualitas meta-analisis kesehatan.



Gambar 9. 5. Analisis meta-analisis menggunakan perangkat lunak RevMan.

Sumber: Harrer et al. (2021).

Review Questions

1. Apa tujuan utama meta-analisis?
2. Apa perbedaan model efek tetap dan efek acak?
3. Apa fungsi forest plot?
4. Mengapa bias publikasi penting dalam meta-analisis?
5. Apa peran PRISMA dalam meta-analisis?

Jawaban

1. Menggabungkan hasil beberapa studi untuk estimasi efek lebih presisi.
2. Efek tetap asumsi efek sama, efek acak asumsi efek berbeda antar studi.
3. Menampilkan ukuran efek tiap studi dan efek gabungan.
4. Karena dapat menyebabkan estimasi efek berlebihan.
5. Pedoman pelaporan sistematis meta-analisis.

DAFTAR PUSTAKA

Borenstein, M., et al. (2021). *Introduction to meta-analysis*. Wiley.

Harrer, M., et al. (2021). Doing meta-analysis in R. *Research Synthesis Methods*, 12(3), 1–15.

Higgins, J. P. T., et al. (2022). Cochrane handbook for systematic reviews. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 10, 1–694.

Page, M. J., et al. (2021). PRISMA 2020 statement. *BMJ*, 372, n71.

Riley, R. D., et al. (2020). Meta-analysis methods. *Statistics in Medicine*, 39, 1–20.

Sterne, J. A. C., et al. (2019). Funnel plot asymmetry. *BMJ*, 343, d4002.

Steyerberg, E. W., et al. (2019). Clinical prediction models. *Journal of Clinical Epidemiology*, 108, 1–10.

Van Calster, B., et al. (2019). Model calibration. *BMC Medicine*, 17, 230.

Wasserstein, R. L., et al. (2019). Moving beyond p-values. *The American Statistician*, 73, 1–19.

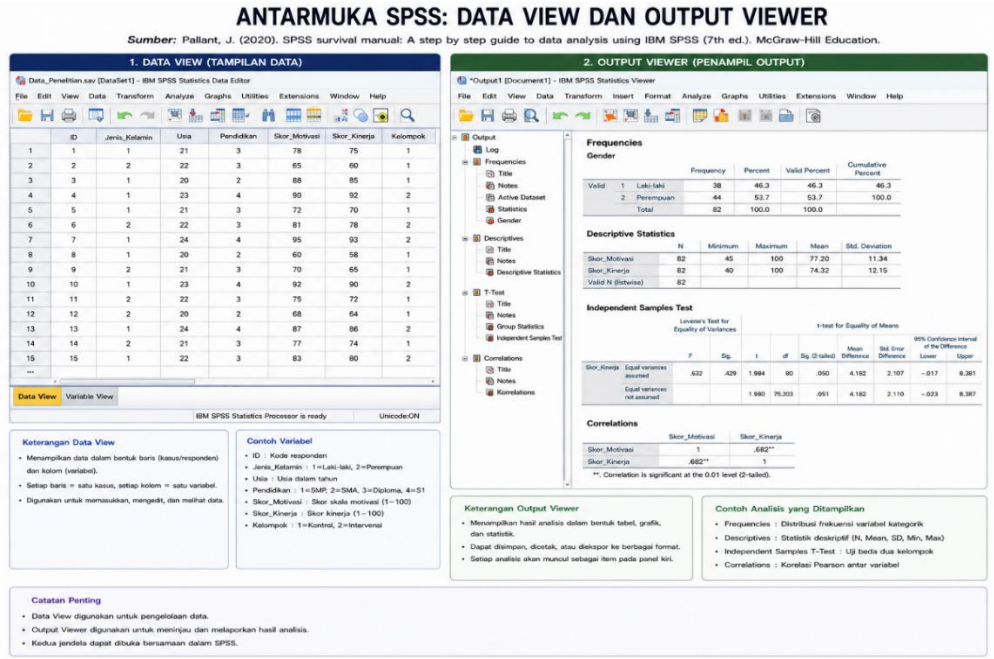
BAB 10
PENGENALAN DASAR SPSS

10.1 Pengenalan Software SPSS

SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) merupakan perangkat lunak statistik yang широко digunakan dalam penelitian kesehatan, sosial, dan pendidikan untuk pengolahan dan analisis data. SPSS menyediakan antarmuka berbasis menu yang memudahkan pengguna melakukan analisis statistik tanpa pemrograman. Dalam penelitian kesehatan, SPSS digunakan untuk statistik deskriptif, uji hipotesis, regresi, dan analisis multivariat. Kemudahan penggunaan menjadikan SPSS populer di kalangan peneliti klinis dan mahasiswa kesehatan. Menurut Field (2018), SPSS dirancang untuk memfasilitasi analisis statistik berbasis menu dengan pendekatan user-friendly.

SPSS terdiri dari beberapa modul analisis seperti descriptive statistics, compare means, regression, nonparametric tests, dan survival analysis. Modul-modul ini mencakup sebagian besar metode statistik dalam penelitian kesehatan. Selain itu, SPSS memungkinkan manajemen data, transformasi variabel, dan visualisasi grafik. Dalam praktik klinis, SPSS membantu analisis data penelitian dan laporan statistik. Menurut Pallant (2020), SPSS menyediakan lingkungan terpadu untuk manajemen dan analisis data penelitian.

Penggunaan SPSS dalam penelitian kesehatan meningkatkan efisiensi analisis dan mengurangi kesalahan perhitungan manual. Namun, pemahaman konsep statistik tetap diperlukan untuk interpretasi hasil. SPSS hanya alat analisis, bukan pengganti pemahaman metodologi statistik. Oleh karena itu, pelatihan statistik tetap penting bagi pengguna SPSS. Menurut Schober et al. (2021), interpretasi output statistik memerlukan pemahaman konsep, bukan hanya penggunaan perangkat lunak.



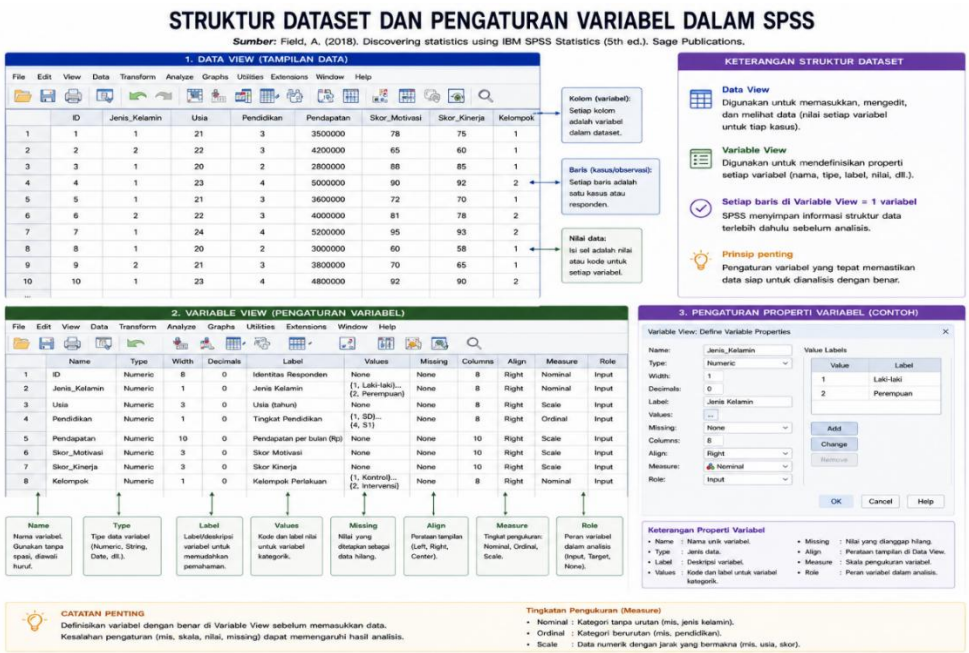
Gambar 10. 1. Antarmuka SPSS: Data View dan Output Viewer.
Sumber: Pallant (2020).

10.2 Struktur Data dalam SPSS

Struktur data dalam SPSS terdiri dari baris sebagai kasus atau responden dan kolom sebagai variabel. Tampilan Data View menunjukkan nilai data, sedangkan Variable View menunjukkan definisi variabel. Variable View memungkinkan pengaturan nama variabel, tipe data, label, dan skala pengukuran. Pengaturan ini penting untuk analisis statistik yang tepat. Dalam penelitian kesehatan, struktur data biasanya berbentuk dataset pasien atau responden. Menurut Field (2018), pemahaman struktur data merupakan dasar penggunaan SPSS.

Setiap variabel dalam SPSS memiliki atribut seperti type, width, decimals, label, values, missing, dan measure. Measure menunjukkan skala variabel (nominal, ordinal, scale) yang memengaruhi pilihan uji statistik. Penetapan skala yang benar penting agar SPSS memilih prosedur analisis yang sesuai. Kesalahan pengaturan variabel dapat menyebabkan kesalahan analisis. Menurut Pallant (2020), definisi variabel yang tepat merupakan langkah awal analisis SPSS.

SPSS juga memungkinkan penanganan data hilang (missing data) melalui definisi nilai hilang. Pengelolaan missing data penting dalam penelitian kesehatan karena dapat memengaruhi hasil statistik. SPSS menyediakan metode penghapusan atau imputasi sederhana. Penanganan missing harus sesuai metode penelitian. Menurut Schober et al. (2021), pengelolaan data hilang penting untuk validitas analisis statistik.



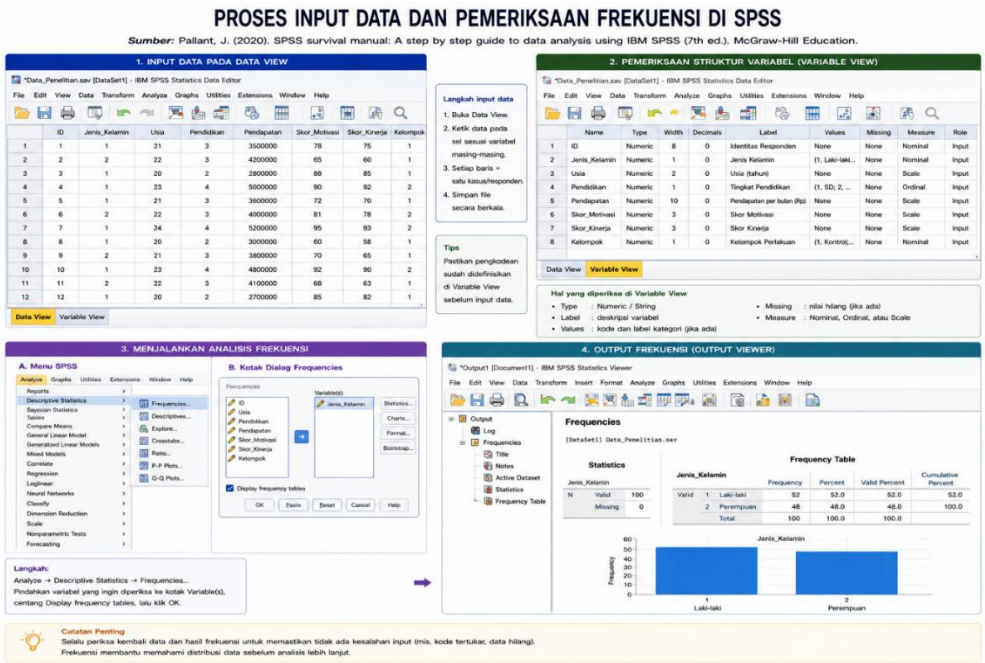
Gambar 10. 2. Struktur dataset dan pengaturan variabel dalam SPSS.
Sumber: Field (2018).

10.3 Dasar Pengerjaan SPSS: Input Data

Input data dalam SPSS dilakukan dengan memasukkan nilai pada Data View sesuai variabel yang telah didefinisikan di Variable View. Setiap baris mewakili satu responden atau unit analisis. Data dapat dimasukkan secara manual atau diimpor dari file Excel atau CSV. Dalam penelitian kesehatan, impor data sering digunakan untuk dataset survei atau klinis. Menurut Pallant (2020), impor data meningkatkan efisiensi pengolahan dataset besar.

Proses input data harus memperhatikan konsistensi kode dan validitas nilai. Variabel kategorik biasanya dikodekan numerik dengan label nilai. Kesalahan input dapat menyebabkan bias analisis statistik. Oleh karena itu, pemeriksaan data (data cleaning) penting setelah input. Dalam penelitian klinis, validasi data dilakukan dengan pemeriksaan range dan frekuensi. Menurut Field (2018), data cleaning merupakan tahap penting sebelum analisis statistik.

SPSS menyediakan fitur validasi data seperti frequency check dan descriptive statistics untuk memeriksa kesalahan input. Visualisasi seperti histogram atau boxplot membantu mendeteksi outlier. Proses ini memastikan kualitas dataset sebelum analisis lanjutan. Dalam penelitian kesehatan, validitas data penting untuk interpretasi hasil. Menurut Schober et al. (2021), kualitas data menentukan validitas analisis statistik.



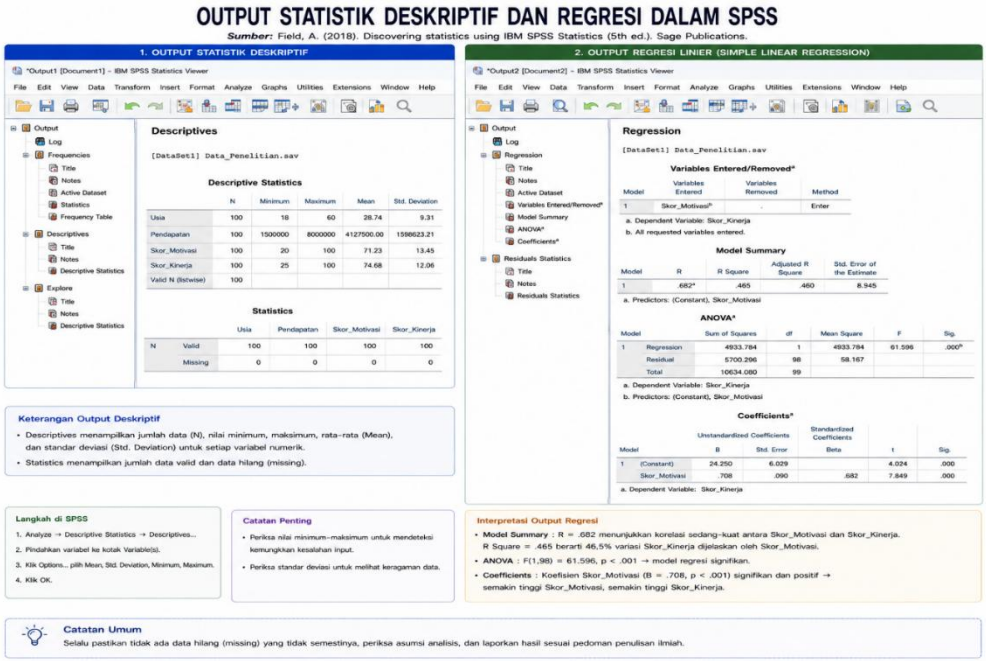
Gambar 10. 3. Proses input data dan pemeriksaan frekuensi di SPSS.
Sumber: Pallant (2020).

10.4 Pengenalan Fungsi Dasar SPSS

Fungsi dasar SPSS meliputi statistik deskriptif, uji perbedaan, korelasi, dan regresi. Statistik deskriptif dapat dilakukan melalui menu Analyze → Descriptive Statistics. Output berupa rerata, median, frekuensi, dan grafik distribusi. Dalam penelitian kesehatan, statistik deskriptif digunakan untuk menggambarkan karakteristik sampel. Menurut Field (2018), statistik deskriptif merupakan analisis awal data SPSS.

Uji statistik dasar seperti t-test, ANOVA, dan Chi-square tersedia dalam menu Compare Means dan Crosstabs. SPSS juga menyediakan uji nonparametrik seperti Mann–Whitney dan Wilcoxon. Pemilihan uji bergantung pada jenis variabel dan tujuan penelitian. SPSS memudahkan pengguna memilih prosedur tanpa perhitungan manual. Menurut Pallant (2020), SPSS menyediakan prosedur statistik komprehensif berbasis menu.

Fungsi regresi dan korelasi tersedia dalam menu Analyze → Regression dan Correlate. Output mencakup koefisien, nilai p, dan ukuran model. Interpretasi output memerlukan pemahaman konsep statistik. SPSS juga menyediakan grafik seperti scatterplot dan boxplot untuk visualisasi hubungan data. Dalam penelitian klinis, visualisasi membantu interpretasi statistik. Menurut Schober et al. (2021), visualisasi data penting dalam analisis statistik kesehatan.



Gambar 10. 4. Output statistik deskriptif dan regresi dalam SPSS.
Sumber: Field (2018).

Review Questions

1. Apa fungsi utama SPSS dalam penelitian kesehatan?
2. Apa perbedaan Data View dan Variable View?
3. Mengapa definisi variabel penting di SPSS?
4. Apa tujuan data cleaning sebelum analisis?
5. Sebutkan fungsi statistik dasar SPSS.

Jawaban

1. Mengelola dan menganalisis data statistik penelitian.
2. Data View berisi nilai data, Variable View berisi definisi variabel.
3. Agar analisis statistik sesuai jenis data dan skala variabel.
4. Memastikan kualitas dan validitas data.
5. Statistik deskriptif, uji perbedaan, korelasi, regresi.

DAFTAR PUSTAKA

Field, A. (2018). *Discovering statistics using IBM SPSS*. Sage.

Pallant, J. (2020). *SPSS survival manual*. McGraw-Hill.

Schober, P., Boer, C., & Schwarte, L. A. (2021). Data analysis in clinical research. *Anesthesia & Analgesia*, 132(5), 1120–1127.

Sullivan, G. M., & Feinn, R. (2020). Using effect size. *Journal of Graduate Medical Education*, 12(3), 279–282.

Wasserstein, R. L., et al. (2019). Moving beyond p-values. *The American Statistician*, 73, 1–19.

BAB 11

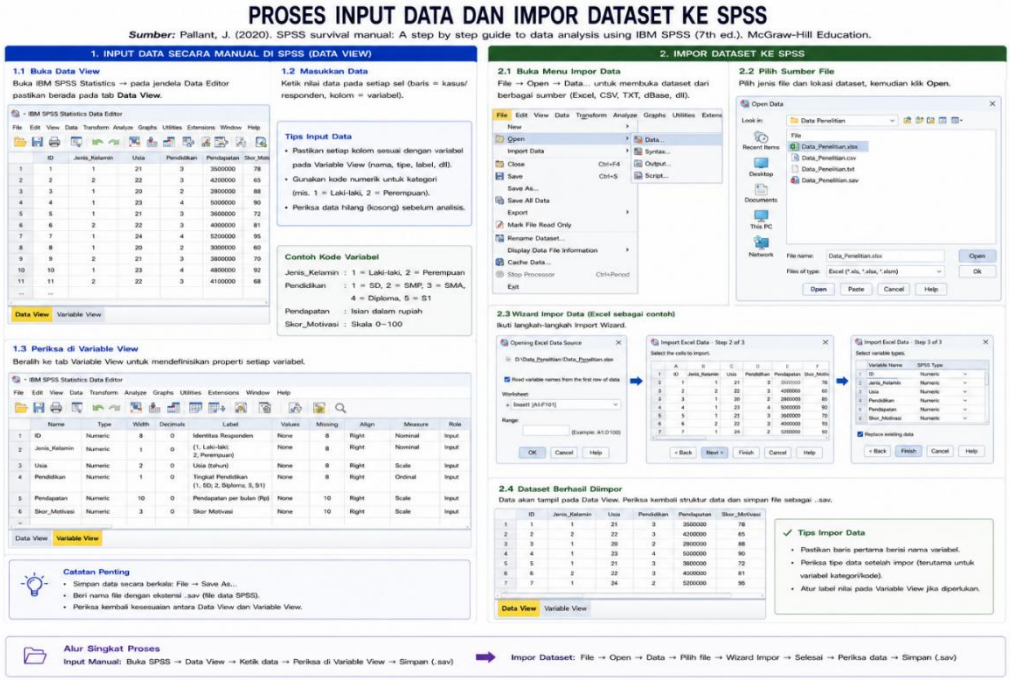
MENGINPUT DATA DAN MELAKUKAN ANALISIS UNIVARIAT DENGAN SPSS

11.1 Input Data dalam SPSS

Input data dalam SPSS merupakan tahap awal pengolahan data statistik yang menentukan kualitas analisis selanjutnya. Proses ini melibatkan pembuatan variabel di Variable View dan pengisian nilai data pada Data View. Setiap baris mewakili satu responden atau unit analisis, sedangkan kolom mewakili variabel penelitian. Dalam penelitian kesehatan, dataset biasanya berisi karakteristik pasien, variabel klinis, dan outcome. Menurut Pallant (2020), struktur data yang benar merupakan dasar analisis statistik yang valid.

Definisi variabel harus mencakup nama variabel, tipe data, label, dan skala pengukuran. Skala pengukuran (nominal, ordinal, scale) memengaruhi jenis analisis yang dapat dilakukan SPSS. Kesalahan definisi variabel dapat menyebabkan kesalahan prosedur statistik. Oleh karena itu, peneliti harus memastikan variabel dikodekan sesuai desain penelitian. Menurut Field (2018), kesalahan pengkodean variabel merupakan sumber umum kesalahan analisis statistik.

Input data dapat dilakukan secara manual atau impor dari file eksternal seperti Excel. Impor data mempercepat pengolahan dataset besar dan mengurangi kesalahan input. Namun, validasi data tetap diperlukan setelah impor. Proses validasi meliputi pemeriksaan rentang nilai dan konsistensi kode. Dalam penelitian klinis, validasi data penting untuk menjaga integritas dataset. Menurut Schober et al. (2021), kualitas data menentukan validitas hasil statistik.



Gambar 11. 1. Proses input data dan impor dataset ke SPSS.
Sumber: Pallant (2020).

11.2 Compute Data dalam SPSS

Fitur Compute Variable dalam SPSS digunakan untuk membuat variabel baru berdasarkan perhitungan atau transformasi variabel yang ada. Contoh penggunaan dalam penelitian kesehatan adalah menghitung indeks massa tubuh dari berat dan tinggi badan atau membuat skor total kuesioner. Transformasi ini memungkinkan analisis variabel turunan tanpa mengubah data asli. Menurut Field (2018), transformasi variabel merupakan langkah umum dalam pengolahan data statistik.

Compute juga digunakan untuk recoding nilai atau mengelompokkan kategori variabel. Misalnya, usia dapat dikelompokkan menjadi kategori usia muda, dewasa, dan lansia. Proses ini membantu analisis kategorik dan interpretasi klinis. SPSS menyediakan fungsi matematika dan logika untuk transformasi variabel. Dalam penelitian epidemiologi, transformasi variabel sering digunakan untuk klasifikasi risiko. Menurut Pallant (2020), recoding dan transformasi variabel meningkatkan fleksibilitas analisis SPSS.

Penggunaan Compute harus didokumentasikan untuk menjaga transparansi analisis. Variabel baru harus diberi label jelas dan disimpan dalam dataset. Dokumentasi penting untuk reproduksibilitas penelitian. Dalam penelitian kesehatan, transparansi analisis merupakan prinsip metodologi ilmiah. Menurut Schober et al. (2021), dokumentasi transformasi data penting untuk validitas penelitian.

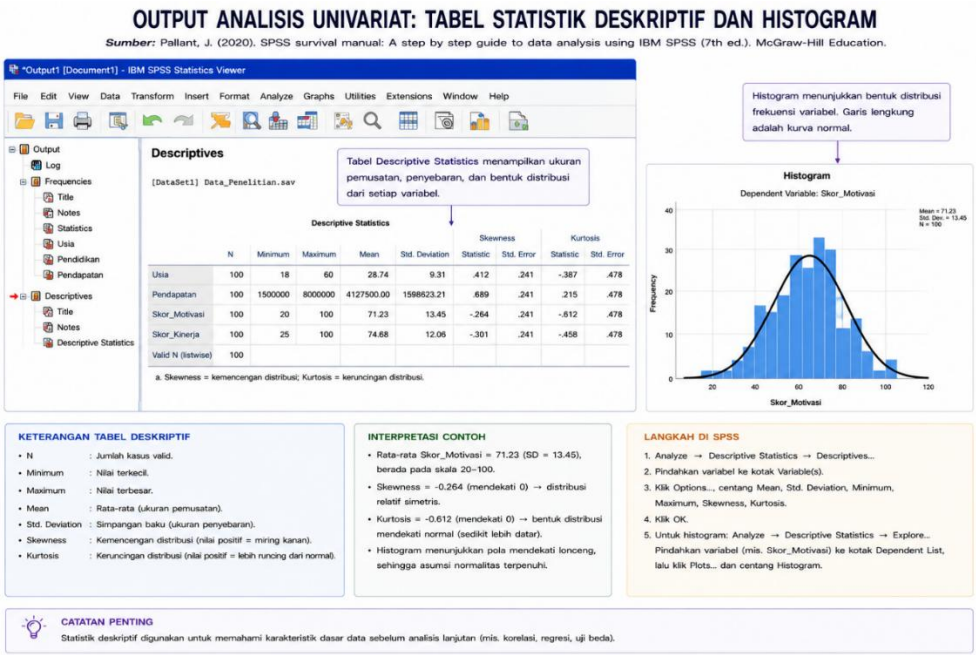
Gambar 11. 2. Fitur Compute dan Recode Variable dalam SPSS.
Sumber: Field (2018).

11.3 Analisis Univariat dalam SPSS

Analisis univariat merupakan analisis statistik yang menggambarkan satu variabel secara deskriptif tanpa hubungan dengan variabel lain. Dalam SPSS, analisis univariat dilakukan melalui menu Analyze → Descriptive Statistics. Output berupa frekuensi, rerata, median, simpangan baku, dan distribusi grafik. Dalam penelitian kesehatan, analisis univariat digunakan untuk menggambarkan karakteristik responden atau pasien. Menurut Pallant (2020), analisis deskriptif merupakan tahap awal analisis data.

Analisis univariat membantu memahami distribusi data, mendeteksi nilai ekstrem, dan memeriksa normalitas. Statistik frekuensi digunakan untuk variabel kategorik, sedangkan rerata dan simpangan baku untuk variabel numerik. Grafik seperti histogram dan boxplot membantu visualisasi distribusi. Dalam penelitian klinis, analisis univariat memberikan gambaran populasi sampel. Menurut Schober et al. (2021), eksplorasi deskriptif penting sebelum analisis inferensial.

SPSS juga menyediakan statistik tambahan seperti skewness dan kurtosis untuk menilai bentuk distribusi. Informasi ini membantu menentukan metode statistik lanjutan. Analisis univariat yang lengkap meningkatkan kualitas pelaporan penelitian. Dalam laporan ilmiah kesehatan, tabel karakteristik responden merupakan hasil analisis univariat. Menurut von Elm et al. (2020), pelaporan deskriptif merupakan komponen utama laporan penelitian observasional.



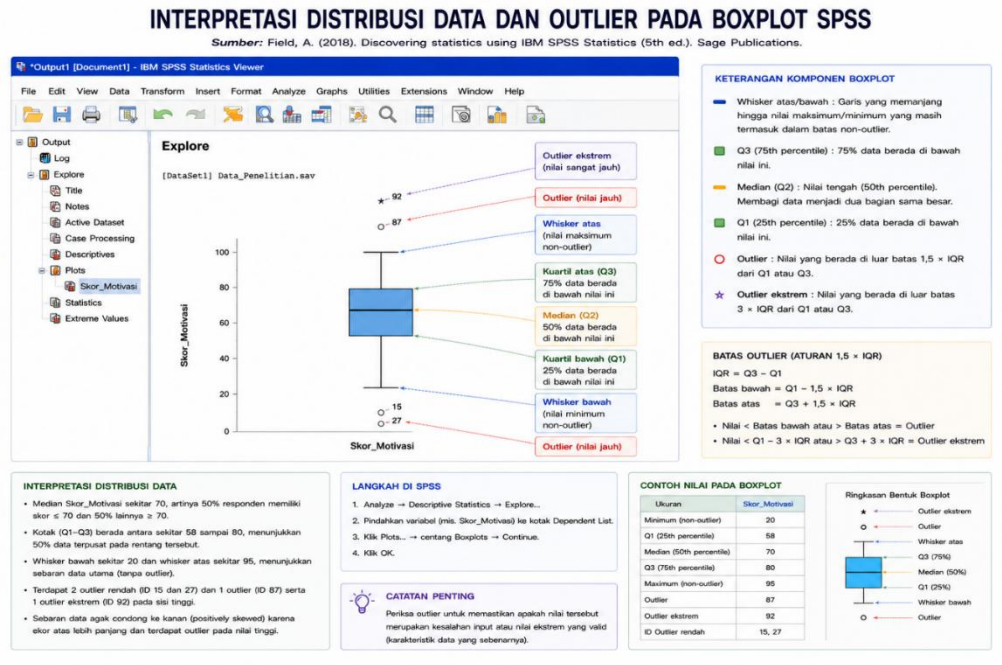
Gambar 11. 3. Output analisis univariat: tabel statistik deskriptif dan histogram.
Sumber: Pallant (2020).

11.4 Interpretasi Data Univariat

Interpretasi analisis univariat bertujuan memahami karakteristik distribusi variabel dalam dataset. Untuk variabel kategorik, interpretasi dilakukan berdasarkan frekuensi dan persentase kategori. Untuk variabel numerik, interpretasi menggunakan rerata, median, dan simpangan baku. Pemilihan ukuran pemusatan bergantung pada distribusi data. Dalam penelitian kesehatan, interpretasi univariat memberikan gambaran profil responden atau pasien. Menurut Schober et al. (2021), interpretasi deskriptif harus mempertimbangkan distribusi data.

Distribusi normal ditandai rerata mendekati median dan histogram simetris. Distribusi menceng ditandai perbedaan rerata dan median serta histogram asimetris. Informasi ini menentukan metode analisis inferensial berikutnya. Oleh karena itu, interpretasi univariat merupakan tahap penting perencanaan analisis. Dalam penelitian klinis, evaluasi distribusi membantu pemilihan uji statistik. Menurut Mishra et al. (2019), analisis distribusi merupakan bagian penting eksplorasi data.

Interpretasi juga harus mempertimbangkan nilai ekstrem atau outlier yang dapat memengaruhi rerata. Boxplot membantu identifikasi outlier dalam dataset. Peneliti harus menilai apakah outlier merupakan kesalahan data atau variasi nyata. Dalam penelitian kesehatan, outlier dapat merepresentasikan kondisi klinis khusus. Menurut Field (2018), identifikasi outlier penting dalam analisis statistik.



Gambar 11. 4. Interpretasi distribusi data dan outlier pada boxplot SPSS.

Sumber: Field (2018).

Review Questions

1. Apa tujuan input data dalam SPSS?
2. Apa fungsi Compute Variable?
3. Apa yang dimaksud analisis univariat?
4. Bagaimana menentukan distribusi normal dari output SPSS?
5. Mengapa identifikasi outlier penting?

Jawaban

1. Memasukkan dan mendefinisikan data penelitian untuk analisis statistik.
2. Membuat variabel baru atau transformasi variabel.
3. Analisis deskriptif satu variabel tanpa hubungan dengan variabel lain.
4. Rerata ≈ median dan histogram simetris.
5. Karena outlier dapat memengaruhi hasil statistik.

DAFTAR PUSTAKA

Field, A. (2018). *Discovering statistics using IBM SPSS*. Sage.

Mishra, P., et al. (2019). Descriptive statistics. *Annals of Cardiac Anaesthesia*, 22(1), 67–72.

Pallant, J. (2020). *SPSS survival manual*. McGraw-Hill.

Schober, P., Boer, C., & Schwarte, L. A. (2021). Data analysis in clinical research. *Anesthesia & Analgesia*, 132(5), 1120–1127.

von Elm, E., et al. (2020). STROBE reporting guideline. *PLoS Medicine*, 17(10), e1003456.

Wasserstein, R. L., et al. (2019). Moving beyond p-values. *The American Statistician*, 73, 1–19.

BAB 12

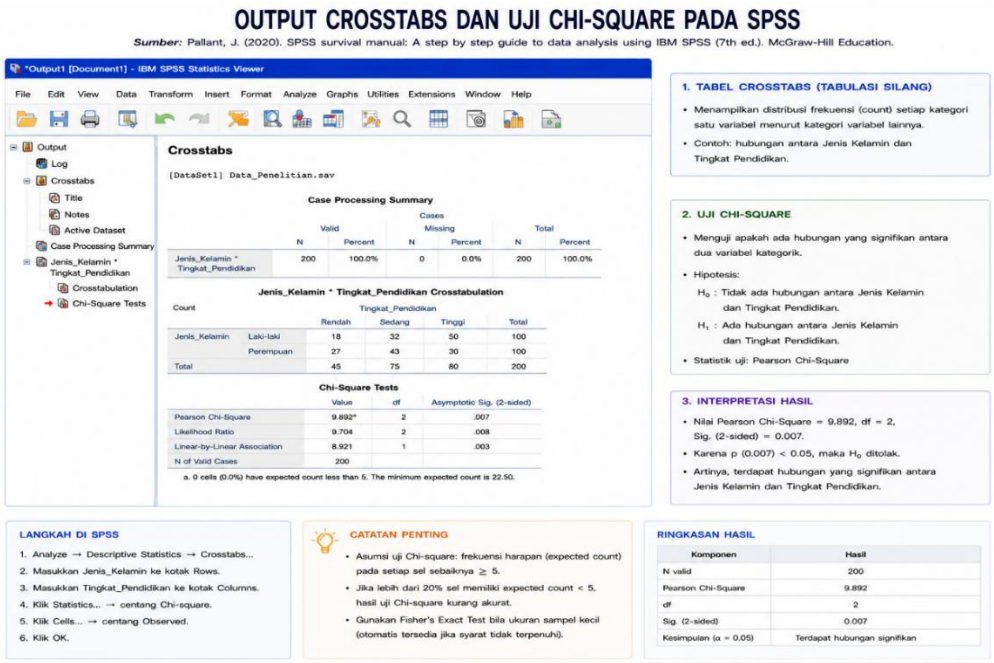
UJI STATISTIK DATA KORELASI DENGAN MENGGUNAKAN SPSS

12.1 Analisis Bivariat Data Kategorik dengan SPSS

Analisis bivariat data kategorik dalam SPSS digunakan untuk menilai hubungan antara dua variabel kategorik menggunakan uji Chi-square atau Fisher. Prosedur ini dilakukan melalui menu Analyze → Descriptive Statistics → Crosstabs. Output SPSS menampilkan tabel kontingensi, nilai Chi-square, dan signifikansi statistik. Dalam penelitian kesehatan, analisis ini digunakan untuk mengevaluasi hubungan faktor risiko dan kejadian penyakit. Menurut Pallant (2020), Crosstabs merupakan prosedur utama analisis hubungan kategorik di SPSS.

Interpretasi hasil Crosstabs mencakup nilai p dan ukuran efek seperti odds ratio atau risk ratio. Nilai p menunjukkan apakah hubungan antar variabel signifikan secara statistik. Namun, ukuran efek lebih penting untuk interpretasi klinis karena menunjukkan kekuatan hubungan. SPSS menyediakan perhitungan odds ratio untuk tabel 2×2. Dalam epidemiologi klinis, interpretasi efek sangat penting. Menurut Sullivan dan Feinn (2020), ukuran efek memberikan makna praktis hasil statistik.

Analisis Crosstabs juga memungkinkan evaluasi asumsi frekuensi harapan dan pemilihan uji Fisher jika diperlukan. SPSS secara otomatis memberikan peringatan jika frekuensi sel kecil. Oleh karena itu, pengguna dapat memilih uji yang sesuai. Dalam penelitian kesehatan, pemilihan uji kategorik yang tepat penting untuk validitas hasil. Menurut McHugh (2019), pemilihan uji kategorik harus mempertimbangkan ukuran sampel dan distribusi data.



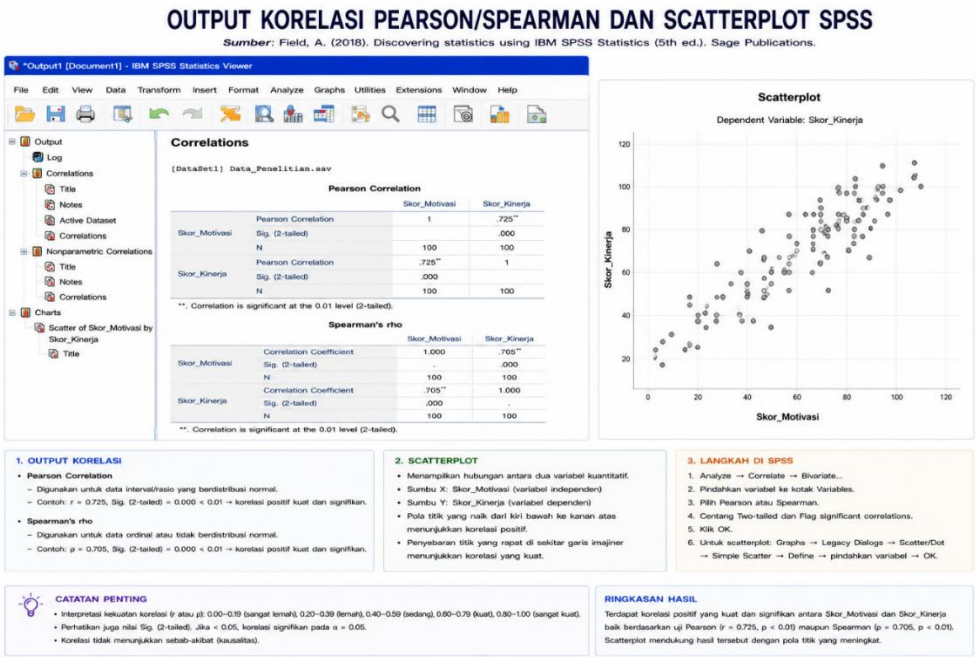
Gambar 12. 1. Output Crosstabs dan uji Chi-square pada SPSS.
Sumber: Pallant (2020).

12.2 Analisis Bivariat Data Korelasi Numerik dengan SPSS

Analisis korelasi numerik dalam SPSS digunakan untuk menilai hubungan antara dua variabel numerik menggunakan korelasi Pearson atau Spearman. Prosedur dilakukan melalui menu Analyze → Correlate → Bivariate. Output SPSS menampilkan koefisien korelasi, nilai p, dan jumlah sampel. Dalam penelitian kesehatan, analisis ini digunakan untuk menilai hubungan parameter fisiologis atau biomarker. Menurut Field (2018), prosedur Correlate merupakan metode standar analisis korelasi SPSS.

Pemilihan Pearson atau Spearman bergantung pada distribusi data dan skala variabel. Pearson digunakan pada data numerik normal dengan hubungan linear, sedangkan Spearman pada data tidak normal atau ordinal. SPSS memungkinkan pemilihan kedua metode secara bersamaan. Interpretasi hasil mencakup arah dan kekuatan hubungan serta signifikansi statistik. Menurut Schober et al. (2018), interpretasi korelasi harus mempertimbangkan kekuatan dan konteks klinis.

Selain output numerik, SPSS menyediakan scatterplot untuk visualisasi hubungan variabel. Scatterplot membantu menilai linearitas dan outlier sebelum interpretasi korelasi. Visualisasi penting karena korelasi numerik dapat dipengaruhi outlier. Dalam penelitian kesehatan, scatterplot membantu interpretasi hubungan biologis. Menurut Mukaka (2019), evaluasi grafik penting dalam analisis korelasi.



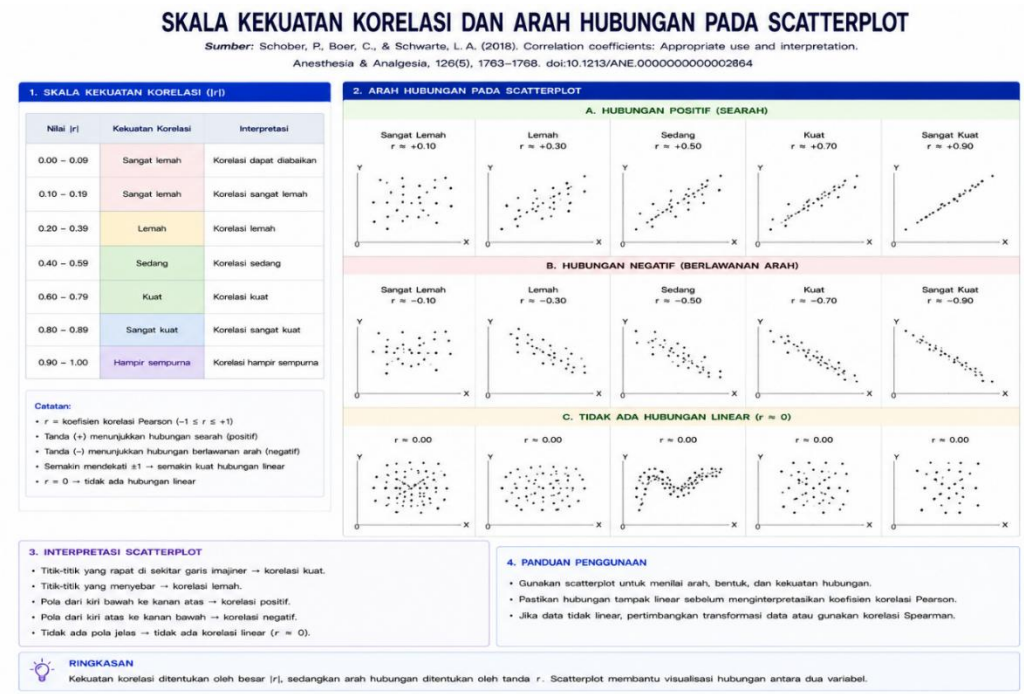
Gambar 12. 2. Output korelasi Pearson/Spearman dan scatterplot SPSS. Sumber: Field (2018).

12.3 Interpretasi Data Korelasi dengan SPSS

Interpretasi hasil korelasi SPSS mencakup koefisien korelasi, arah hubungan, dan signifikansi statistik. Koefisien positif menunjukkan hubungan searah, sedangkan negatif menunjukkan hubungan berlawanan. Kekuatan hubungan biasanya diklasifikasikan sebagai lemah, sedang, atau kuat. Nilai p menunjukkan apakah hubungan signifikan secara statistik. Dalam penelitian kesehatan, interpretasi harus mempertimbangkan relevansi klinis. Menurut Schober et al. (2018), interpretasi korelasi harus mempertimbangkan konteks penelitian.

Interpretasi juga harus memperhatikan distribusi data dan kemungkinan outlier. Korelasi tinggi dapat disebabkan oleh nilai ekstrem yang tidak representatif. Oleh karena itu, scatterplot harus diperiksa sebelum kesimpulan. Dalam penelitian klinis, hubungan statistik tidak selalu menunjukkan hubungan kausal. Korelasi hanya menunjukkan asosiasi antar variabel. Menurut Mukaka (2019), korelasi tidak menunjukkan sebab-akibat.

Selain itu, interpretasi korelasi harus mempertimbangkan ukuran sampel. Sampel besar dapat menghasilkan signifikansi meskipun korelasi lemah. Oleh karena itu, koefisien korelasi lebih penting daripada nilai p. Dalam epidemiologi, ukuran efek menjadi dasar interpretasi hubungan. Menurut Sullivan dan Feinn (2020), ukuran efek memberikan makna praktis hasil statistik.



Gambar 12. 3. Skala kekuatan korelasi dan arah hubungan pada scatterplot.
Sumber: Schober et al. (2018).

Review Questions

1. Bagaimana prosedur analisis hubungan kategorik di SPSS?
2. Kapan menggunakan Pearson dan Spearman di SPSS?
3. Apa arti koefisien korelasi positif dan negatif?
4. Mengapa scatterplot penting dalam analisis korelasi?
5. Mengapa korelasi tidak menunjukkan kausalitas?

Jawaban

1. Analyze → Descriptive Statistics → Crosstabs.
2. Pearson untuk data normal numerik, Spearman untuk nonnormal/ordinal.
3. Positif hubungan searah, negatif berlawanan.
4. Untuk menilai linearitas dan outlier.
5. Karena hanya menunjukkan asosiasi statistik.

DAFTAR PUSTAKA

Field, A. (2018). *Discovering statistics using IBM SPSS*. Sage.

McHugh, M. L. (2019). Chi-square test. *Biochemia Medica*, 23(2), 143–149.

Mukaka, M. M. (2019). Correlation coefficient. *Malawi Medical Journal*, 24(3), 69–71.

Pallant, J. (2020). *SPSS survival manual*. McGraw-Hill.

Schober, P., Boer, C., & Schwarte, L. A. (2018). Correlation coefficients. *Anesthesia & Analgesia*, 126(5), 1763–1768.

Schober, P., Boer, C., & Schwarte, L. A. (2021). Data analysis in clinical research. *Anesthesia & Analgesia*, 132(5), 1120–1127.

Sullivan, G. M., & Feinn, R. (2020). Using effect size. *Journal of Graduate Medical Education*, 12(3), 279–282.

Wasserstein, R. L., et al. (2019). Moving beyond p-values. *The American Statistician*, 73, 1–19.

BAB 13

UJI STATISTIK DATA NUMERIK–KATEGORIK DENGAN MENGGUNAKAN SPSS

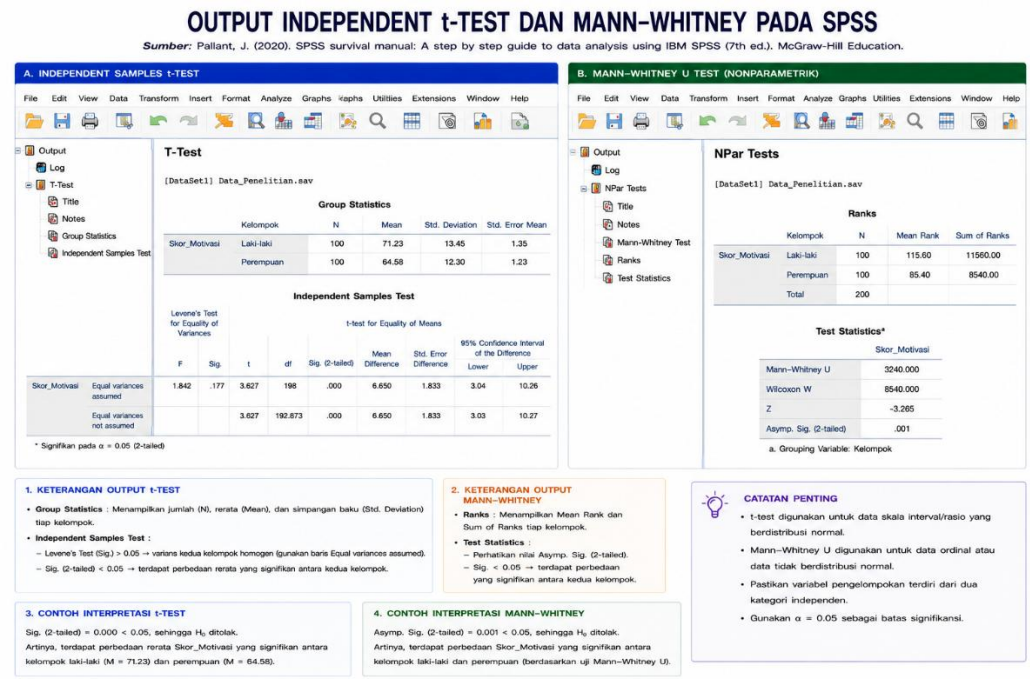
13.1 Analisis Bivariat Numerik–Kategorik Dua Kelompok dengan SPSS

Analisis bivariat numerik–kategorik dua kelompok dalam SPSS digunakan untuk membandingkan rerata atau distribusi variabel numerik antara dua kelompok kategorik independen. Uji yang umum digunakan adalah independent t-test untuk data normal dan Mann–Whitney untuk data tidak normal. Prosedur dilakukan melalui menu Analyze → Compare Means → Independent-Samples T Test atau Nonparametric Tests. Dalam penelitian kesehatan, analisis ini digunakan untuk membandingkan parameter klinis antara kelompok terapi dan kontrol. Menurut Pallant (2020), independent t-test merupakan prosedur utama perbandingan dua kelompok di SPSS.

Interpretasi output SPSS mencakup rerata tiap kelompok, perbedaan rerata, interval kepercayaan, dan nilai p. Nilai p menunjukkan apakah perbedaan signifikan secara statistik. Namun, ukuran efek seperti Cohen's d juga penting untuk interpretasi klinis. SPSS menyediakan perhitungan interval kepercayaan perbedaan rerata. Dalam penelitian klinis, ukuran efek menunjukkan makna praktis perbedaan. Menurut Sullivan dan Feinn (2020), ukuran efek lebih informatif dibanding signifikansi saja.

Pemilihan t-test atau Mann–Whitney bergantung pada asumsi normalitas dan homogenitas varians. SPSS menyediakan uji Levene untuk menilai homogenitas varians. Jika varians tidak homogen, SPSS memberikan hasil Welch correction. Oleh karena itu, pengguna harus

memeriksa asumsi sebelum interpretasi. Menurut Field (2018), validasi asumsi penting dalam analisis perbandingan kelompok.



Gambar 13. 1. Output independent t-test dan Mann–Whitney pada SPSS. Sumber: Pallant (2020).

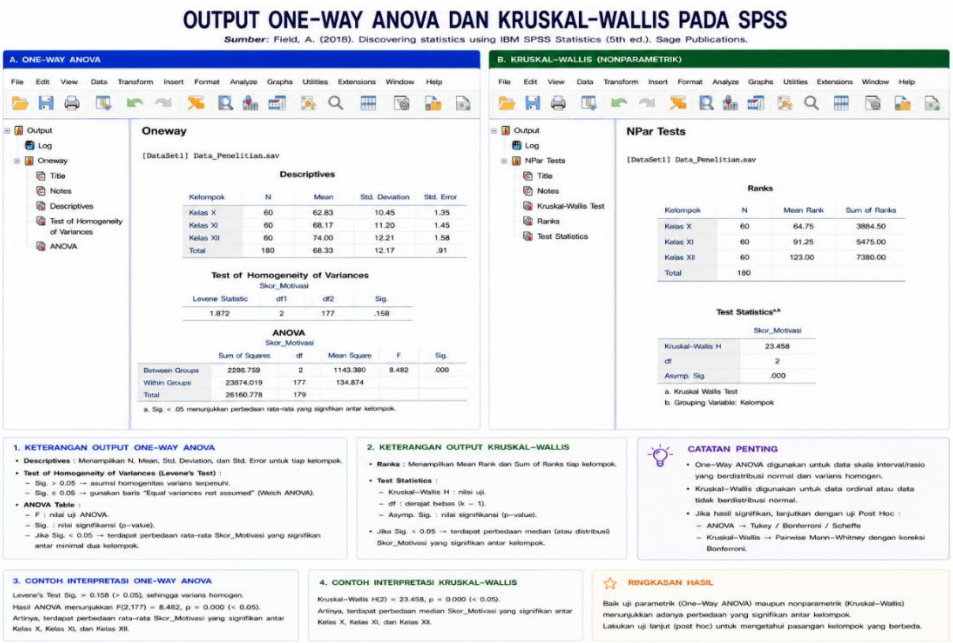
13.2 Analisis Numerik–Kategorik Lebih dari Dua Kelompok dengan SPSS

Analisis numerik–kategorik lebih dari dua kelompok dalam SPSS dilakukan menggunakan One-Way ANOVA untuk data normal dan Kruskal–Wallis untuk data tidak normal. Prosedur ANOVA dilakukan melalui Analyze → Compare Means → One-Way ANOVA, sedangkan Kruskal–Wallis melalui Nonparametric Tests. Dalam penelitian kesehatan, analisis ini digunakan untuk membandingkan biomarker atau skor klinis pada beberapa kelompok terapi. Menurut Field (2018), ANOVA merupakan metode standar perbandingan rerata lebih dari dua kelompok.

Output ANOVA mencakup rerata tiap kelompok, varians antar kelompok, dan nilai p global. Jika hasil signifikan, analisis post-hoc diperlukan untuk mengetahui kelompok yang berbeda. SPSS

menyediakan berbagai uji post-hoc seperti Tukey atau Bonferroni. Pada Kruskal–Wallis, SPSS menyediakan uji pairwise nonparametrik. Analisis lanjut penting untuk interpretasi klinis. Menurut Pallant (2020), post-hoc merupakan bagian penting analisis ANOVA.

Pemilihan ANOVA atau Kruskal–Wallis bergantung pada asumsi normalitas dan homogenitas varians. SPSS menyediakan uji Levene untuk homogenitas dan grafik distribusi untuk normalitas. Jika asumsi tidak terpenuhi, metode nonparametrik lebih tepat. Dalam penelitian klinis, validasi asumsi penting untuk kesimpulan yang akurat. Menurut Blanca et al. (2019), ANOVA robust terhadap deviasi kecil normalitas tetapi sensitif terhadap varians tidak homogen.



Gambar 13. 2. Output One-Way ANOVA dan Kruskal–Wallis pada SPSS.
Sumber: Field (2018).

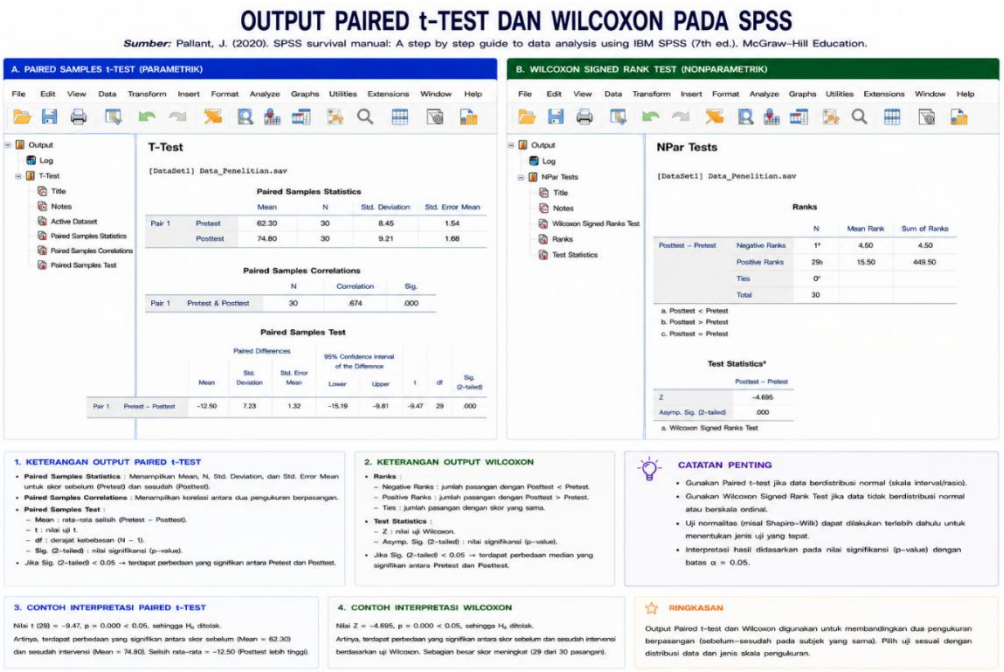
13.3 Analisis Numerik–Kategorik Berpasangan dengan SPSS

Analisis numerik–kategorik berpasangan digunakan ketika variabel numerik diukur pada subjek yang sama dalam dua atau lebih kondisi kategorik berpasangan, seperti sebelum–sesudah terapi. Uji yang digunakan adalah paired t-test untuk data normal dan Wilcoxon signed-

rank untuk data tidak normal. Prosedur dilakukan melalui Analyze → Compare Means → Paired-Samples T Test atau Nonparametric Tests. Dalam penelitian kesehatan, analisis ini digunakan untuk evaluasi efek terapi dalam satu kelompok pasien. Menurut Pallant (2020), paired t-test merupakan metode utama analisis perubahan berpasangan di SPSS.

Output SPSS mencakup rerata sebelum dan sesudah, perbedaan rerata, interval kepercayaan, dan nilai p. Nilai p menunjukkan apakah perubahan signifikan secara statistik. Namun, ukuran efek perubahan juga penting untuk interpretasi klinis. Analisis perubahan individu membantu memahami respons terapi. Menurut Lakens (2022), ukuran efek perubahan penting dalam penelitian intervensi.

Pemilihan paired t-test atau Wilcoxon bergantung pada distribusi selisih pasangan. SPSS memungkinkan pemeriksaan normalitas selisih melalui grafik atau uji Shapiro–Wilk. Jika selisih tidak normal, Wilcoxon lebih tepat. Oleh karena itu, evaluasi asumsi tetap diperlukan. Dalam penelitian klinis, validasi asumsi penting untuk interpretasi perubahan terapi. Menurut Schober et al. (2021), analisis perubahan berpasangan merupakan aspek penting penelitian longitudinal.



Gambar 13. 3. Output paired t-test dan Wilcoxon pada SPSS.
Sumber: Pallant (2020).

13.4 Interpretasi Hasil Uji Numerik–Kategorik di SPSS

Interpretasi hasil uji numerik–kategorik di SPSS melibatkan evaluasi nilai p, rerata atau median kelompok, dan interval kepercayaan. Nilai p menunjukkan apakah perbedaan signifikan secara statistik. Namun, interpretasi klinis memerlukan ukuran efek seperti mean difference atau Cohen's d. Perbedaan kecil dapat signifikan secara statistik pada sampel besar tetapi tidak bermakna klinis. Menurut Sullivan dan Feinn (2020), ukuran efek penting dalam interpretasi hasil statistik.

Interpretasi juga harus mempertimbangkan asumsi uji dan distribusi data. Hasil uji parametrik tidak valid jika asumsi normalitas atau homogenitas dilanggar. Oleh karena itu, pemeriksaan asumsi harus dilakukan sebelum kesimpulan. Dalam penelitian kesehatan, validitas metodologi penting untuk rekomendasi klinis. Menurut Field (2018), interpretasi output SPSS harus mempertimbangkan asumsi statistik.

Selain itu, interpretasi harus mempertimbangkan konteks penelitian dan variabilitas data. Interval kepercayaan memberikan informasi ketidakpastian estimasi perbedaan. Interval sempit menunjukkan estimasi presisi tinggi. Dalam epidemiologi klinis, interpretasi interval kepercayaan penting untuk keputusan terapi. Menurut Wasserstein et al. (2019), interpretasi statistik harus mempertimbangkan ketidakpastian estimasi.

Gambar 13. 4. Interpretasi perbedaan rerata dan interval kepercayaan.
Sumber: Sullivan & Feinn (2020).

Review Questions

1. Kapan menggunakan independent t-test di SPSS?
2. Kapan menggunakan ANOVA di SPSS?
3. Apa perbedaan paired t-test dan independent t-test?
4. Mengapa ukuran efek penting dalam interpretasi SPSS?
5. Mengapa asumsi statistik harus diperiksa sebelum interpretasi?

Jawaban

1. Membandingkan variabel numerik antara dua kelompok independen.
2. Membandingkan variabel numerik lebih dari dua kelompok independen.
3. Paired untuk kelompok sama berulang, independent untuk kelompok berbeda.
4. Karena menunjukkan makna klinis perbedaan.
5. Karena pelanggaran asumsi membuat hasil tidak valid.

DAFTAR PUSTAKA

Blanca, M. J., et al. (2019). ANOVA robustness. *Psicothema*, 31(4), 552–557.

Field, A. (2018). *Discovering statistics using IBM SPSS*. Sage.

Lakens, D. (2022). Effect size and statistical inference. *Collabra: Psychology*, 8(1), 33267.

Pallant, J. (2020). *SPSS survival manual*. McGraw-Hill.

Schober, P., Boer, C., & Schwarte, L. A. (2021). Data analysis in clinical research. *Anesthesia & Analgesia*, 132(5), 1120–1127.

Sullivan, G. M., & Feinn, R. (2020). Using effect size. *Journal of Graduate Medical Education*, 12(3), 279–282.

Wasserstein, R. L., et al. (2019). Moving beyond p-values. *The American Statistician*, 73, 1–19.

BIODATA PENULIS

Assoc.Prof. Dr.Arif Rachman,drg.,SH.,MH.,MM.,MTr.Hanla., Sp.Pros.,CIQnR.,CIQaR.,CSCBM.,CHRMP., CRMS.,CAIA.,FIMMA
Dosen Pendidikan Sarjana Kedokteran
Fakultas Kedokteran Militer Universitas Pertahanan RI

Penulis lahir pada tanggal 07 Februari 1971 di Surabaya – Jawa Timur, dari ayah yang bernama Dulmanan dan Ibu Romlah. Alamat di Jl. Cipinang Cempedak IV No. 60B Jakarta Timur 13340, e-mail ar604299@gmail.com / arifrachmanlecturer@gmail.com / arif.rachman@idu.ac.id

Pendidikan yang pernah ditempuh :Program Sarjana Jurusan Sarjana Pendidikan dokter gigi di FKG Unair Lulus Tahun 1995, Program Profesi dokter gigi di FKG Unair Lulus Tahun 1997, Program Spesialis Prosthodontia FKG Unair Lulus Tahun 2007, Program Magister Manajemen di Ubhara Surabaya Lulus Tahun 2008, Program Sarjana Ilmu Hukum di Ubhara Surabaya Lulus Tahun 2020, Program Magister Hukum di Ubhara Surabaya Lulus Tahun 2019, Program Doktoral Ilmu Kedokteran Dasar di Fakultas Kedokteran Unair Lulus Tahun 2019, Sertifikasi Peneliti Kuantitatif dan kualitataif di Quantum Lulus Tahun 2021.

Pekerjaan/Jabatan yang di pegang sekarang adalah: Dosen Tetap Fakultas Kedokteran Militer Universitas Pertahanan RI di Bogor, Kepala

Laboratorium Fakultas Kedokteran Militer Universitas Pertahanan RI di Bogor, Dosen Tidak Tetap Universitas Adhirajasa Reswara Sanjaya di Bandung.

Organisasi Dosen: PDGI (anggota), IPROSI (anggota), MHKI (anggota), APEPINDO (anggota)

Karya Tulis dalam bentuk buku dan jurnal penelitian adalah:

1) Filsafat Statistika. Get Press Indonesia, ISBN: 978-624-255-436-4, April 2026
2) hADMSC-YTZP seeding improves peri-implant bone repair through increased expression of BMP-2, ALP, and OPG. Scientific Reports, 15(37800), pp. 1–12. Scientific Reports, 15(37800), pp. 1–12. www.nature.com/scientificreports https://doi.org/10.1038/s41598-025-21655-6
3) Biostatistik Kesehatan. Get Press Indonesia, ISBN: 978-643-255-030-4, September 2025
4) Reduction of Osx expression in the osseointegration process of dental implants with human adipose-derived mesenchymal stem cell intervention: an experimental study. Padjadjaran Journal of Dentistry, Volume 37, Number 2, July 2025; 142-154. https://doi.org/10.24198/pjd.vol37no2.62084
5) Dasar-Dasar Biologi Sel Dan Molekuler. Get Press Indonesia, ISBN: 978-623-125-848-9, Juni 2025
6) Sistem Informasi E-Hospital. Lakeisha, ISBN: 978-623-119-614-9, Maret 2025
7) Etika, Hukum, Dan Regulasi Dental Implan Untuk Drg Umum.Get Press Indonesia, ISBN: 978-623-125-659-1, Maret 2025
8) Pengantar Metodologi Kuantitatif Dan Kualitatif. CV. Saba Jaya Publisher ISBN 978-623-8730-33-9, Maret 2025
9) Prevention of Military Stress Fractures using the hadMCS Strategy Approach in Health Resilience Projections in National Defence: Preliminary Research. PJLSS 2024 Posted: Oct 19, 2024. Volume 22(2). 2024; 8791-8798. https://doi.org/10.57239/PJLSS-2024-22.2.00663 (Q4).
10) The Correlation of Exclusive and Non-Exclusive Asi on Stunting In The Context of State Defense: Initial Research on PCBM In Bogor District. PJLSS 2024 Posted: Oct 20, 2024. Volume 22(2). 2024;

8976-8985. https://doi.org/10.57239/PJLSS-2024-22.2.00679 (Q4).

11) Acceleration of Healing of TB Patients through Dietary Supplements on Anti-Tuberculosis Drugs. PJLSS 2024 Posted: Oct 19, 2024. Volume 22(2). 2024; 8799-8807. https://doi.org/10.57239/PJLSS-2024-22.2.00664 (Q4).
12) Prevention Of Stunting In The First 450 Days Of Life (FDL) Through Fortification Of Tuna Fish Cake And Formula Programming In Supporting Indonesia's National Defense In The Health Sector. PJLSS 2024 Posted: Oct 20, 2024. Volume 22(2). 2024; 8986-8996. https://doi.org/10.57239/PJLSS-2024-22.2.00680. Q4)
13) Increased Runx-2 Expression In The Y-TZP Biomaterial Osteointegration Process With hADMSC Seeding. SEEJPH 2024 Posted: 02-08-2024. Volume XXV 2024; 216-224.https://doi.org/10.70135/seejph.vi.1470 (Q4).
14) Manajemen Epidemiologi, Get Press Indonesia, ISBN: 978-623-125-387-3, September, 2024.
15) Pengantar Hukum Indonesia, Get Press Indonesia, ISBN: 978-623-125-239-5, Juni 2024.
16) Komunikasi Dalam Praktik Keperawatan (Komunikasi Efektif Layanan Kesehatan), Agdosi Makassar, ISBN: 978-623-10-0651-6, Mei 2024
17) Manajemen Risiko dan Asuransi, PT. MAFY Literasi Indonesia, ISBN: 978-623-863-871-0, Mei 2024.
18) Metode Penelitian dalam Pendidikan_2, Get Press Indonesia, ISBN: 978-623-125-155-8, April 2024.
19) Dasar Biostatistika untuk Peneliti, Get Press Indonesia, ISBN: 978-623-125-137-4, April 2024.
20) Pengantar Manajemen, Get Press Indonesia, ISBN: 978-623-125-138-1, April 2024.
21) Konsep Autoimun, PT. MAFY Literasi Indonesia, ISBN: 978-623-8575-21-3, Maret 2024.
22) An Innovative Approach to Dental Implantology Through DPMSC Therapy in Military Dentistry, Tahta Media Group, ISBN: 978-623-147-325-7, Februari 2024.

23) Metodologi Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D, CV. Saba Jaya Publisher ISSN: 978-623-09-7582-0, Januari 2024
24) Fakultas Kedokteran Militer Universitas Pertahanan Cita dan Jejak Sejarah, Unhan Press,Januari Tahun 2021.
25) Bioetika Multidisplin, Multidisiciplinary Prespectives on Bioethics, Unhan Press, Januari Tahun 2022.
26) Aesthethic and masticatory rehabilitation on post mandibular resection with combination of hollow obturator and hybrid prosthesis, Dent. J. (Maj. Ked. Gigi), Vol. 42. No. 2 April–June 2009: 76–81
27) Biocompatibility of Yttria-Tetragonal Zirconia Polycrystal Seeded with Human Adipose Derived Mesenchymal Stem Cell, ACTA INFORM MED. 2018 DEC; 26(4): 249-253 (Q3)
28) Addition Of Adipose Derived Stem Cell To Beta Tricalcium Phosphate and Human Cancellous Bone for Craniofacial Bone Tissue Engineering: An In Vitro Study, Malaysian Journal of Medicine and Health Sciences. 2020; 16(4): 83-86 (Q3)
29) Comparison of Bone regeneration in hADMSC Versus hUCBMSC with hBMMSC as a Reference: A Literature Review of Potential Bone Regeneration, Research J. Pharm. and Tech. 14(4): April 2021 (Q3)
30) CBCT: Tracing Dominant Region of Periodontitis on Psychological Stress, Sys Rev Pharm. 2020;11(11):1567-1572 (Q2)
31) Ideal Bone Defects Distance on Orthodontic Tooth Movement for Preparation of hADMSC-Scaffold Chitosan Intervention, Sys Rev Pharm. 2020;11(8):571-575 (Q2)
32) Accuracy of Volume of Interest Determination with Cone-Beam Computed Tomography in Periodontitis due to Psychological Stress., Journal of International Dental and Medical Research ISSN 1309-100X http://www.jidmr.com (Q3).
33) Antitumor Effects of Myrmecodia pendans: a Scoping Review, Journal of International Dental and Medical Research, Volume 16 Number 2 , 2023;1–5, ISSN 1309-100X (Q3).
34) Evaluation of the Use of Antibiotics on Therapy Results of Sepsis Patients in the Intensive Care Unit (ICU) of Fatmawati Hospital,Jakarta, J Med Chem Sci. 2023;7(1):262–74. (Q3).

35) Enhancing Denture Care Efficiency: Mobile Prosto Open-Source Software for Indonesian National Army Soldiers, J Int Dent Med Res 2024; 17(1): 209-214); ISSN 1309-100X. (Q3).
36) The Impact of Lifestyle Factors on the Human Microbiome, Medical Studies and Health Journal (SEHAT) Vol 1 (1) 2024 : 113-122.
37) Exploring the Therapeutic Potential of Ant's Nest Plant Extract on Epithelial Dysplasia in an Oral Squamous Cell Carcinoma Model: A Study on Apoptosis Markers in Sprague Dawley Mice, Journal of International Dental and Medical Research, Volume 17 Number 2, 2024;543–548, ISSN 1309-100X (Q3).
38) Pendidikan Kesehatan, Pemeriksaan dan Deteksi Dini Pencegahan Penyakit Tidak Menular melalui Kegiatan Olah Raga Fisik di Wilayah Kerja Puskesmas Tamalanrea Makassar, Sahabat Sosial Jurnal Pengabdian Masyarakat, e-ISSN: 2964-9196, Vol.2 No.4 September 2024

BIODATA PENULIS

Elitha Sundari Pulungan, S.Pd., M.Biomed
Dosen Program Studi Sarjana Kedokteran
Fakultas Kedokteran Militer Universitas Pertahanan RI

Penulis lahir di Bandung, 12 April 1996. Penulis menyelesaikan Pendidikan Sarjana (S-1) pada Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam di Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung (2017) dan Pendidikan Magister (S-2) pada Program Studi Ilmu Biomedik, Peminatan Mikrobiologi, Fakultas Kedokteran di Universitas Indonesia, Jakarta (2020). Saat ini, penulis tercatat sebagai dosen di Departemen Mikrobiologi, Fakultas Kedokteran Militer, Universitas Pertahanan Republik Indonesia, Sentul, Bogor. Penulis dapat dihubungi melalui email: elitha.pulungan@idu.ac.id.

Karya Buku:

1. Bakteriologi Suatu Pengantar (Penerbit: Mitra Mandiri Persada)
2. Pengelolaan Tuberkulosis di Indonesia (Penerbit: Future Science)
3. Biologi Medik (Penerbit: Ganesha Kreasi Semesta)
4. Infeksi Menular Lewat Tranfusi Darah (Penerbit: Ganesha Kreasi Semesta)
5. Mikrobiologi Klinik (Penerbit: Mustika Sri Rosadi (MARS)

6. Virologi Klinis Terapan: Patogenesis, Diagnostik Modern, dan Pengendalian Infeksi (MARS)
7. Mikrobiologi: Konsep Dasar, Struktur Mikroba, dan Aplikasi Klinis (MARS)

BIODATA PENULIS

Ismalia Husna, S.Si., M.Biomed
Dosen Pendidikan Sarjana Kedokteran
Fakultas Kedokteran Militer Universitas Pertahanan RI

Penulis lahir pada tanggal 10 November 1992 di Bandar Lampung. E-mail: husnaismalia@gmail.com.

Penulis menyelesaikan Jenjang Pendidikan S1 di Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam di Universitas Lampung, Bandar Lampung tahun 2014. Pendidikan S2 Program Studi Ilmu Biomedik kekhususan Parasitologi, lulus tahun 2017 di Universitas Indonesia.

Pekerjaan/Jabatan yang di pegang sekarang adalah: Dosen Tetap Fakultas Kedokteran Militer Universitas Pertahanan RI di Bogor.

Karya Tulis dalam bentuk buku dan jurnal penelitian adalah:

40) Buku Mikologi Dasar dan Medis (2024)
41) Buku Infeksi Menular Lewat Transfusi Darah (2025)
42) Buku Entomologi dan Pengendalian Vektor Penyakit (2025)
43) Buku Penyakit Tropis (2025)Chitosan Intervention, Sys Rev Pharm. 2020;11(8):571-575 (Q2)
44) Terapi Gonore Resisten: Evaluasi Klinis Terhadap Strategi Pengobatan Dan Alternatif Oral. Jurnal Ilmu Kedokteran dan Kesehatan 12 (10). 2025
45) Tinea Pedis, Penyakit Athlete's Foot: A Review. Jurnal Az-Zayyan 2 (1). 2025

46) Pola distribusi faktor risiko penyakit tidak menular pada kelompok Masyarakat usia remaja. Jurnal Ilmu Kedokteran dan Kesehatan.2024
47) Activity of enzyme esterase, glutathione s transferase and inorganic substance of dengue vector *Aedes aegypti* larvae against *Lansium domesticum* leave extract and fractionation. Bli Medical Journal. 2023
48) Sugarcane bagasse as the source of nanocrystalline cellulose for gelatin-free capsule shell. International Journal of Biomaterials. 2022
49) Analisis kandungan mineral dalam air sumur air minum botol kemasan dan air isi ulang di Kecamatan Kemiling Bandar Lampung. MAHESA: Malahayati Health Student Journal. 2022
50) Tungau debu rumah dan kaitannya dengan penyakit asma (studi pustaka). Jurnal Ilmu Kedokteran dan Kesehatan. 2021
51) Korelasi karakteristik ekologi tempat perindukan vektor malaria dengan kepadatan larva *Anopheles spp* di desa Hanura Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung 2019. Jurnal Medika Malahayati. 2021 Utilization of basil leaf extract as anti-mosquito repellent: a case study of total mosquito mortality (*Aedes aegypti* 3rd instar).
52) Analisis faktor yang mempengaruhi kejadian demam berdarah dengue di wilayah kerja Puskesmas Waykandis Bandar Lampung tahun 2020. Jurnal Analis Kesehatan. 2020
53) Utilization of basil leaf extract as anti-mosquito repellent: a case study of total mosquito mortality (*Aedes aegypti* 3rd instar). Journal of physics: conference series. 2020
54) Effect of *Lansium domesticum* leaf extract of mortality, morphology, and histopathology of *Aedes aegypti* larvae (Diptera: Culicidae). International Journal of Mosquito Research. 2020
55) Pengaruh ekstrak daun duku (*Lansium domesticum* Corr.Serr.) terhadap mortalitas larva *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). Jurnal Ilmu Kedokteran dan Kesehatan. 2019

BIODATA PENULIS

dr. Karen Afian, M.Sc.
Dosen Pendidikan Sarjana Kedokteran
Fakultas Kedokteran Militer Universitas Pertahanan Republik Indonesia

Penulis lahir di Jakarta pada tanggal 15 September 1994. Saat ini berdomisili di Jakarta Timur dan dapat dihubungi melalui e-mail karenafian@ymail.com.

Pendidikan yang telah ditempuh meliputi Sarjana Kedokteran di Universitas Pelita Harapan (2011–2015), Program Profesi Dokter di Universitas Pelita Harapan (2015–2017), serta Master of Science (M.Sc.) in Applied Biological Sciences (Environmental Health) di Chulabhorn Graduate Institute, Thailand (2018–2021).

Saat ini penulis menjabat sebagai Dosen Tetap Fakultas Kedokteran Militer Universitas Pertahanan Republik Indonesia sejak April 2024. Selain menjalankan tugas akademik, penulis juga masih aktif sebagai Dokter Umum di Klinik Renika, Jakarta.

Sebelumnya, penulis pernah bertugas sebagai Dokter Umum di Puskesmas Penjaringan, menyelesaikan Program Internship Dokter Indonesia di RSUD Pademangan dan Puskesmas Penjaringan, serta menjadi Research Assistant pada Divisi Bedah Onkologi dan Divisi Hematologi & Onkologi di Rumah Sakit Kanker Dharmais.

Bidang keilmuan yang menjadi fokus penulis meliputi mikrobiologi, biologi molekuler, resistensi antimikroba (AMR), bioteknologi, kesehatan lingkungan, dan kesehatan masyarakat. Minat penelitian penulis berfokus pada resistensi bakteri, khususnya Pseudomonas aeruginosa dan Methicillin-resistant Staphylococcus aureus (MRSA), eksplorasi bahan alam sebagai agen antimikroba, serta aplikasi biologi molekuler dalam penelitian kesehatan.

Penulis aktif dalam penelitian dan publikasi ilmiah, serta berkomitmen mengembangkan pendidikan kedokteran, penelitian biomedis, dan pelayanan kesehatan berbasis bukti untuk mendukung kemajuan ilmu kedokteran di Indonesia.