



Modul 10

FPM 226-Methodologi Penelitian Fisioterapi II

Materi 10

Pengukuran Asosiasi Variabel Kategorik-

Chi Square

Disusun Oleh

Wahyuddin

UNIVERSITAS ESA UNGGUL

2020

## Pendahuluan

Banyak pertanyaan penelitian dalam ilmu klinis dan perilaku melibatkan variabel kategori yang diukur dalam skala nominal atau ordinal. Pertanyaan-pertanyaan ini biasanya terkait dengan analisis proporsi atau frekuensi dalam berbagai kategori. Misalnya, survei sering memberikan kode respons yang merupakan frekuensi, seperti jumlah tanggapan ya-tidak pada serangkaian item atau jumlah responden ke dalam kelompok usia tertentu. Kita kemudian dapat mengajukan pertanyaan tentang proporsi responden pada setiap kategori. Dalam studi deskriptif kita sering tertarik pada bagaimana variabel-variabel nominal tertentu didistribusikan. Sebagai contoh, kita mungkin ingin menentukan proporsi pasien dengan stroke sisi kanan atau sisi kiri yang fungsional tergantung pada proporsi fisioterapis yang bekerja baik di praktek swasta atau institusi lain

Jenis data kategori dianalisis dengan menentukan jika ada perbedaan antara proporsi yang diamati dalam satu set kategori dan proporsi yang diharapkan yang terjadi secara kebetulan. Misalnya, jika fisioterapis sama-sama cenderung untuk bekerja dalam praktik swasta atau bukan, maka secara teoritis kita harapkan proporsi yang sama, atau 50%, pada setiap kategori. Null hypothesis menyatakan bahwa tidak ada perbedaan antara proporsi sebenarnya yang diukur dalam sampel dan theoretical distribution. Jika diamati data berangkat secara signifikan dari nilai null ini diharapkan, sehingga kita menolak null hypothesis.

Tujuan materi ini adalah untuk menggambarkan penggunaan beberapa statistik yang dapat digunakan untuk menganalisis frekuensi atau proporsi. Statistik ini didasarkan pada chi-square ( $\chi^2$ ), yang merupakan statistik nonparametric yang digunakan untuk menentukan jika distribusi frekuensi diamati berbeda dari frekuensi secara teoritis yang diharapkan. Chi-square memiliki banyak aplikasi dalam penelitian klinis baik analisis eksperimental dan deskriptif.

Tes independensi digunakan untuk menentukan apakah dua klasifikasi variabel independen terhadap satu sama lain dan untuk memeriksa tingkat asosiasi antara mereka. Sebagai contoh, kita bisa mempelajari frekuensi stroke sisi kiri dan kanan dalam hal tingkat fungsional dan apakah variabel ini terkait atau independen satu sama lain.

Terkait dengan aplikasi chi-square, sangat penting untuk dipahami dua asumsi umum:

1. frekuensi merepresentasikan jumlah individu, bukan peringkat atau persentase. Ini berarti bahwa data di setiap kategori mewakili jumlah sebenarnya dari orang, benda, atau kegiatan dalam kategori tersebut dan bukan ringkasan statistik.
2. bersifat mutually exclusive. Oleh karena itu, setiap subjek dapat diberikan untuk kategori yang sesuai, tapi hanya satu.

Chi-kuadrat didefinisikan dalam rumus sebagai berikut:

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

Gambar 1. Rumus Chi-Square

dimana O melambangkan frekuensi yang diamati (observed) dan E mewakili frekuensi diharapkan (expected). Jika perbedaan frekuensi antara observed dan expected meningkat maka nilai  $\chi^2$  akan meningkat. Dan jika frekuensi antara observed dan expected sama, maka  $\chi^2$  akan sama dengan nol.

Kita dapat menggambarkan penerapan statistik ini menggunakan contoh sederhana. Misalkan kita melemparkan koin 100 kali. Null Hypothesis menyatakan bahwa tidak ada bias dalam koin, dan kita berharap hasil secara teoritis yaitu sisi kepala 50 kali dan sisi ekor 50 kali. Hasil pengamatan menghasilkan kepala 47 kali dan ekor 53 kali. Apakah penyimpangan dari null hypothesis terjadi karena koin bias, atau hanya soal kesempatan? Dengan kata lain, apakah perbedaan frekuensi antara observed dan expected cukup besar untuk menjustifikasi penolakan terhadap null hypothesis?

Kita mengkalkulasi  $\chi^2$  dengan menggantikan nilai  $(O-E)^2/E$  untuk setiap kategori sebagai berikut:

For heads,

$$\frac{(O - E)^2}{E} = \frac{(47 - 50)^2}{50} = \frac{(-3)^2}{50} = 0.18$$

For tails,

$$\frac{(O - E)^2}{E} = \frac{(53 - 50)^2}{50} = \frac{(3)^2}{50} = 0.18$$

Sehingga jumlah keseluruhan adalah:

$$\chi^2 = \sum \frac{(O - E)^2}{E} = 0.18 + 0.18 = 0.36$$

### Goodness of Fit

Dalam tes goodness of fit, para peneliti membandingkan jumlah frekuensi observed dengan known or theoretical distribution. Studi klasik tentang hereditas yang dilakukan oleh Mendel menggambarkan konsep ini. Dia mengamati warna dan bentuk dari beberapa generasi kacang polong dan membandingkan frekuensi warna tertentu dan kombinasi bentuk dengan theoretical distribution berdasarkan prediksi tentang peran dominan dan gen resesif. Ketika distribusi observed cocok model teoretis, terdapat dukungan pada teori genetik. Demikian pula, melemparkan koin pada contoh sebelumnya pada dasarnya adalah goodness of fit untuk suatu distribusi probabilitas. Chi-square akan menguji null hypothesis pada proporsi hasil dalam setiap kategori yang tidak berbeda secara signifikan dari distribusi. Ada banyak model untuk pengujian goodness of fit. Dua aplikasi yang paling umum melibatkan pengujian mengamati data terhadap uniform distribution di semua kategori dan known distribution dalam suatu populasi.

### Uniform Distributions

Pertimbangkan sebuah studi yang dirancang untuk menentukan apakah angka kejadian stroke lebih besar di sebelah kanan atau kiri pada orang dengan usia lebih dari 70 tahun. Jika kita berasumsi bahwa faktor penyebab stroke tidak bias ke satu sisi, maka secara teoritis kita berharap untuk melihat distribusi yang seragam, 50% sisi

kanan dan 50% sisi kiri stroke pada populasi. Ini adalah null hypothesis, mewakili kebetulan yang terjadi. Misalnya kita memperoleh data dari jumlah sampel 130 pasien dan menemukan bahwa 71 terkena di sebelah kanan dan 59 di sebelah kiri. Apakah distribusi ini sangat berbeda secara signifikan dari rasio 50% yang kita harapkan terjadi secara kebetulan?

Secara definisi, frekuensi yang diharapkan dari uniform distribution dibagi berdasarkan jumlah kategori. Misalnya jika sampel dibagi dalam 3 atau 4 kategori, maka frekuensi observed terhadap expected adalah 33,3% dan 25%. Sebagai contoh, jika jumlah sampel 130 dan dibagi dalam tiga kategori maka kita mengharapkan frekuensi 43,33 untuk setiap kategori. Jika kita mempunyai empat kategori, maka kita mengharapkan 32,5 untuk setiap kategori. Analisis tersebut digambarkan pada tabel 1 berikut ini:

| A. DATA AND COMPUTATION                    |            |  |          |                      |                       |
|--|------------|--|----------|----------------------|-----------------------|
| Side                                       | O          | E                                      | O - E    | (O - E) <sup>2</sup> | $\frac{(O - E)^2}{E}$ |
| Right                                      | 71         | 65                                     | 6        | 36                   | .55                   |
| Left                                       | <u>59</u>  | <u>65</u>                              | -6       | 36                   | <u>.55</u>            |
|  | 130        | 130                                    |          |                      |                       |
| $\chi^2 = \sum \frac{(O - E)^2}{E} = 1.10$ |            |  |          |                      |                       |
| B. HYPOTHESIS TEST                         |            |  |          |                      |                       |
| $df = (k - 1) = 1$                         |            | $(0.5)\chi^2_{(1)} = 3.84$ (Table A.5) |          | Do not reject $H_0$  |                       |
| C. OUTPUT                                  |            |  |          |                      |                       |
| Side                                       |            |  |          | Test Statistics      |                       |
|  | Observed N | Expected N                             | Residual |                      | Side                  |
| Right                                      | 71         | 65.0                                   | 6.0      | Chi-Square           | 1.108                 |
| Left                                       | 59         | 65.0                                   | -6.0     | df                   | 1                     |
| Total                                      | 130        |  |          | Sig.                 | .293                  |

Tabel 1. Kalkulasi Uniform Distributions

### Known Distributions

Ini adalah salah satu cara untuk mendokumentasikan seberapa baik sampel merepresentasikan populasi. Dalam banyak kasus, variabel biasanya terdistribusi secara normal dan goodness of fit tes untuk distribusi normal harus digunakan. Dalam

situasi lain, populasi menunjukkan distribusi yang unik yang dapat diuji terhadap frekuensi yang diamati.

Misalnya kita akan membuktikan hipotesis bahwa thromboembolism lebih umum pada individu dengan golongan darah tertentu. Jika ini benar, maka kita dapat mengharapkan untuk melihat jenis darah tersebut diwakili diantara pasien dengan thromboembolism pada persentase yang lebih tinggi dibanding populasi keseluruhan. Misalkan kita mempelajari pada sampel 85 pasien yang mengalami thromboembolism. Null hypothesis menyatakan bahwa gangguan ini tidak terkait dengan jenis darah dan bahwa distribusi jenis darah dalam sampel akan mirip dengan yang di populasi secara keseluruhan. Analisis known distributions digambarkan pada tabel 2 berikut ini:

| <b>A. DATA AND COMPUTATION</b> |                 |           |              |        |                      |                       |               |
|--------------------------------|-----------------|-----------|--------------|--------|----------------------|-----------------------|---------------|
| Blood Type                     | % In population | O         | E            | O - E  | (O - E) <sup>2</sup> | $\frac{(O - E)^2}{E}$ | Std. Residual |
| A                              | 39%             | 32        | 39.00        | -7.00  | 49.00                | 1.26                  | -1.12         |
| B                              | 9%              | 23        | 9.00         | 14.00  | 196.00               | 21.78                 | 4.67          |
| AB                             | 5%              | 10        | 5.00         | 5.00   | 25.00                | 5.00                  | 2.24          |
| O                              | 47%             | <u>35</u> | <u>47.00</u> | -12.00 | 144.00               | <u>3.06</u>           | 1.75          |
|                                |                 | 100       | 100.00       |        |                      | $\chi^2 = 31.10$      |               |

  

| <b>B. HYPOTHESIS TEST</b>    |  |                |
|------------------------------|--|----------------|
| $df = (k - 1) = (4 - 1) = 3$ | $(0.5)\chi^2_{(3)} = 7.82$ (Table A.5) | Reject $H_0$ . |

  

| <b>C. OUTPUT</b> |            |            |          |                 |        |
|------------------|------------|------------|----------|-----------------|--------|
|                  | Type       |            |          | Test Statistics |        |
|                  | Observed N | Expected N | Residual |                 | Type   |
| A                | 32         | 39.0       | -7.0     | Chi-square      | 31.098 |
| B                | 23         | 9.0        | 14.0     | df              | 3      |
| AB               | 10         | 5.0        | 5.0      | Sig.            | .000   |
| O                | 35         | 47.0       | -12.0    |                 |        |
| Total            | 100        |            |          |                 |        |

Tabel 2. Kalkulasi Known Distributions

Interpretasi Efek Signifikan: Standardized Residual

Ketika hasil tes chi-square signifikan, kita dapat memeriksa hasil secara subyektif, untuk menentukan kategori yang menunjukkan perbedaan terbesar antara nilai-nilai yang diamati dan diharapkan. Untuk tujuan ini kita dapat melihat residual

untuk setiap sel, yang merupakan perbedaan antara frekuensi observed dan expected, diberikan dalam kolom berlabel 0 - E. Untuk studi jenis darah, misalnya, residual untuk tipe A adalah -5. Ini berarti bahwa proporsi jenis darah yang diamati dalam contoh ini adalah kurang dari yang diharapkan secara kebetulan.

### Tes Independensi

Aplikasi paling umum chi-square dalam penelitian klinis adalah dalam tes independensi. Dengan pendekatan ini, peneliti meneliti ada atau kurang asosiasi antara dua variabel kategoris. Asosiasi ini didasarkan pada proporsi orang pada setiap kategori. Data ini dapat diperoleh dari percobaan secara random atau studi deskriptif yang melibatkan klasifikasi karakteristik subjek. Studi epidemiologi sering menggunakan chi-square untuk mengevaluasi efek dari eksposur yang berbeda antara individu yang mengalami penyakit dengan yang tidak.

### Contingency Tables

Untuk menguji hubungan antara dua variabel kategoris, data yang disusun dalam matriks dua arah, disebut contingency table, dengan baris dan kolom seperti pada tabel 3 berikut ini.

**TABLE 25.3 CALCULATION OF  $\chi^2$  FOR A  $2 \times 2$  CONTINGENCY TABLE SHOWING FREQUENCY OF DIABETIC WOUND HEALING WITH A TOTAL CONTACT CAST (TCC) AND A REMOVABLE CAST WALKER (RCW) (N = 50)**

**A. CONTINGENCY TABLE**

|       |     | Healed |    | Total |
|-------|-----|--------|----|-------|
|       |     | Yes    | No |       |
| Cast  | TCC | 19     | 4  | 23    |
|       | RCW | 14     | 13 | 27    |
| Total |     | 33     | 17 | 50    |

Tabel 3. Contoh Contingency Table 2 X 2

## Interpretasi Chi-Square

Tabel 4 menunjukkan perhitungan  $\chi^2$ . Perhitungan ini melanjutkan seperti pada contoh sebelumnya, dengan semua frekuensi observed dan expected tercantum dalam tabel (urutan tidak penting).

| B. COMPUTATION |     |          |          |              |             |                       |               |
|----------------|-----|----------|----------|--------------|-------------|-----------------------|---------------|
| Category       |     | <i>O</i> | <i>E</i> | <i>O - E</i> | $(O - E)^2$ | $\frac{(O - E)^2}{E}$ | Std. Residual |
| Healed         | TCC | 19       | 15.18    | 3.82         | 14.59       | 0.96                  | 0.98          |
|                | RCW | 14       | 17.82    | -3.82        | 14.59       | 0.82                  | -0.90         |
| Unhealed       | TCC | 4        | 7.82     | -3.82        | 14.59       | 1.87                  | -1.37         |
|                | RCW | 13       | 9.18     | 3.82         | 14.59       | <u>1.59</u>           | 1.26          |
|                |     |          |          |              |             | $\chi^2 = 5.24$       |               |

Tabel 4. Perhitungan  $\chi^2$

Nilai tes,  $\chi^2 = 5.24$ , dibandingkan dengan nilai yang kritis dengan  $(R - 1)(C - 1)$  degrees of freedom (df). Dalam kasus ini, kita memiliki dua baris dan dua kolom, dengan  $(2 - 1)(2 - 1) = 1$  df. Dari tabel 5 kita memperoleh nilai kritis  $(.05) \chi^2(1) = 3.84$ . Oleh karena itu,  $\chi^2$  signifikan dan null hypothesis pada independensi ditolak. Variabel ini tidak independen satu sama lain. Ada hubungan yang signifikan antara tipe cast worn dan penyembuhan ulkus kaki. Kita dapat memeriksa frekuensi dalam setiap sel untuk menginterpretasikan temuan-temuan ini. Output untuk analisis ini memungkinkan kita untuk melihat bagaimana setiap sel memberikan kontribusi ke chi-square secara keseluruhan.



| TABLE A.5 CRITICAL VALUES OF CHI-SQUARE, $\chi^2$ |          |        |        |        |        |        |
|---|----------|--------|--------|--------|--------|--------|
| df  | $\alpha$ | .05    | .02    | .01    | .005   | .001   |
| 1   |          | 3.84   | 5.02   | 6.64   | 7.88   | 10.83  |
| 2   |          | 5.99   | 7.38   | 9.21   | 10.60  | 13.82  |
| 3   |          | 7.82   | 9.35   | 11.35  | 12.84  | 16.27  |
| 4   |          | 9.49   | 11.14  | 13.28  | 14.86  | 18.47  |
| 5   |          | 11.07  | 12.83  | 15.09  | 16.75  | 20.52  |
| 6   |          | 12.59  | 14.45  | 16.81  | 18.55  | 22.46  |
| 7   |          | 14.07  | 16.01  | 18.48  | 20.28  | 24.32  |
| 8   |          | 15.51  | 17.53  | 20.09  | 21.96  | 26.13  |
| 9   |          | 16.92  | 19.03  | 21.67  | 23.59  | 27.88  |
| 10  |          | 18.31  | 20.48  | 23.21  | 25.19  | 29.59  |
| 11  |          | 19.68  | 21.92  | 24.73  | 26.76  | 31.26  |
| 12  |          | 21.03  | 23.34  | 26.22  | 28.30  | 32.91  |
| 13  |          | 22.36  | 24.74  | 27.69  | 29.82  | 34.53  |
| 14  |          | 23.69  | 26.12  | 29.14  | 31.32  | 36.12  |
| 15  |          | 25.00  | 27.49  | 30.58  | 32.80  | 37.70  |
| 16  |          | 26.30  | 28.85  | 32.00  | 34.27  | 39.25  |
| 17  |          | 27.59  | 30.19  | 33.41  | 35.72  | 40.79  |
| 18  |          | 28.87  | 31.53  | 34.81  | 37.16  | 42.31  |
| 19  |          | 30.14  | 32.85  | 36.19  | 38.58  | 43.82  |
| 20  |          | 31.41  | 34.17  | 37.57  | 40.00  | 45.32  |
| 21  |          | 32.67  | 35.48  | 38.93  | 41.40  | 46.80  |
| 22  |          | 33.92  | 36.78  | 40.29  | 42.80  | 48.27  |
| 23  |          | 35.17  | 38.06  | 41.64  | 44.18  | 49.73  |
| 24  |          | 36.42  | 39.36  | 42.98  | 45.56  | 51.18  |
| 25  |          | 37.65  | 40.65  | 44.31  | 46.93  | 52.62  |
| 26  |          | 38.89  | 41.92  | 45.64  | 48.29  | 54.05  |
| 27  |          | 40.11  | 43.19  | 46.96  | 49.65  | 55.47  |
| 28  |          | 41.34  | 44.46  | 48.28  | 50.99  | 56.89  |
| 29  |          | 42.56  | 45.72  | 49.59  | 52.34  | 58.30  |
| 30  |          | 43.77  | 46.98  | 50.89  | 53.67  | 59.70  |
| 40  |          | 55.76  | 59.34  | 63.69  | 66.77  | 73.40  |
| 50  |          | 67.51  | 71.42  | 76.15  | 79.49  | 86.66  |
| 60  |          | 79.08  | 83.30  | 88.38  | 91.95  | 99.61  |
| 70  |          | 90.53  | 95.02  | 100.43 | 104.22 | 112.32 |
| 80  |          | 101.88 | 106.63 | 112.33 | 116.32 | 124.84 |
| 90  |          | 113.15 | 118.14 | 124.12 | 128.30 | 137.21 |
| 100   |          | 124.34 | 129.56 | 135.81 | 140.47 | 149.45 |

**C. HYPOTHESIS TEST**

$df = (r - 1)(c - 1) = (2 - 1)(2 - 1) = 1$        $(0.5)\chi^2_{(1)} = 3.84$  (Table A.5)      **Reject  $H_0$ .**

Tabel 5. Critical Value dan Tes Hipotesis

**Kesimpulan**

Peneliti-peneliti klinis dapat menerapkan berdasarkan manfaat statistik chi-square untuk analisis data dan penggambaran secara deskriptif. Hal ini sering digunakan sebagai cara untuk menentukan kesetaraan kelompok. Sebagai contoh, setelah dua kelompok telah ditetapkan, mungkin menarik untuk membandingkan jumlah pria dan wanita dalam setiap grup untuk melihat jika mereka dalam proporsi yang sama. Atau mungkin penting untuk menentukan jika kelompok usia tertentu sama dalam merepresentasikan dalam setiap kelompok. Chi-square dapat digunakan untuk menentukan dan mengonfirmasi validitas proses randomisasi.

Chi-square tidak boleh digunakan sebagai alternatif untuk tes yang lebih tepat, seperti t-test atau analisis varians ketika data dapat diukur dalam skala kontinyu. Data dapat dirubah ke level nominal, tetapi ini dapat mengakibatkan kehilangan banyak

informasi serius informasi dan tidak dianjurkan untuk langkah-langkah yang terus-menerus.

Masalah jumlah sampel penting karena statistik sensitif terhadap peningkatan jumlah sampel ketika ada perbedaan pada frekuensi observed dan expected. Dengan sampel yang besar, magnitude perbedaan-perbedaan ini biasanya akan meningkat, sehingga meningkatkan nilai  $\chi^2$ .

Mungkin akan membantu untuk berpikir tentang kombinasi potensial kategori sebelum analisis data. Tidak tepat untuk membuat beberapa kombinasi berdasarkan data observed untuk mencapai hasil yang signifikan.

## Referensi

Frankel JE, Marwitz JH, Cifu DX, Kreutzer JS, Englander J, Rosenthal M. A follow-up study of older adults with traumatic brain injury: Taking into account decreasing length of stay. *Arch Phys Med Rehabil* 2006;87:57-62.

Yu IT, Wong TW, Liu HJ. Impact of air pollution on cardiopulmonary fitness in school children. *J Occup Environ Med* 2004;46:946-952.

Monset-Couchard M, de Bethmann O, Relier J. Long term outcome of small versus appropriate size for gestational age co-twins/triplets. *Arch Dis Child Fetal Neonat Ed* 2004;89:F310-314.

Proctor TJ, Mayer TG, Theodore B, Gatchel RJ. Failure to complete a functional restoration program for chronic musculoskeletal disorders: A prospective 1 -year outcome study. *Arch Phys Med Rehabil* 2005;86:1509-1515.

Armstrong DG, Lavery LA, Wu S, Boulton AJM. Evaluation of removable and irremovable cast walkers in the healing of diabetic foot wounds: a randomized controlled trial. *Diabetes Care* 2005;28:551-554.