

**BAB IV**  
**SIMULASI UNTUK MENCARI**  
**KOEFISIEN KORELASI *POLYCHORIC***  
**DENGAN METODE TAKSIRAN DUA TAHAP**

Dalam bab sebelumnya telah dibahas mengenai metode taksiran dua tahap untuk menaksir besarnya koefisien korelasi *polychoric*. Dalam bab ini akan diberikan simulasi untuk mencari besarnya koefisien korelasi *polychoric* dari dua variabel kontinu dimana data yang diperoleh berupa dua variabel kategorik yang dibentuk oleh kedua variabel kontinu tersebut, akan ditunjukkan pula bahwa besarnya koefisien korelasi *polychoric* yang didapat mendekati koefisien korelasi yang sesungguhnya dari dua variabel kontinu awal. Selain itu, karena untuk mencari besarnya koefisien korelasi dari dua variabel *ordinal* dapat digunakan koefisien korelasi *kendall's tau* maka dalam bab ini juga akan diberikan perbandingan antara koefisien korelasi *kendall's tau* dengan koefisien korelasi *polychoric* relatif terhadap koefisien korelasi yang sesungguhnya.

Dalam metode taksiran dua tahap, distribusi gabungan dari variabel kontinu awal diasumsikan normal bivariat standar tetapi dalam bab ini akan diberikan simulasi untuk menunjukkan bahwa taksiran koefisien korelasi *polychoric* yang didapat *robust* terhadap asumsi tersebut.

#### 4.1 Simulasi Mencari Besarnya Koefisien Korelasi *Polychoric* Untuk Data Normal Bivariat Standar

Dalam sub bab ini akan diberikan simulasi untuk mencari besarnya koefisien korelasi *polychoric* dan menunjukkan bahwa besarnya koefisien korelasi *polychoric* akan mendekati besarnya koefisien korelasi yang sesungguhnya dari dua variabel kontinu awal, untuk data kontinu yang distribusi gabungannya adalah normal bivariat standar. Selain itu, karena untuk mencari besarnya koefisien korelasi dari dua variabel *ordinal* dapat digunakan koefisien korelasi *kendall's tau* maka dalam sub bab ini juga akan diberikan simulasi perbandingan antara koefisien korelasi *kendall's tau* dengan koefisien korelasi *polychoric* relatif terhadap koefisien korelasi yang sesungguhnya.

Dalam simulasi ini, akan dibangkitkan data sebanyak 50000 observasi untuk variabel kontinu  $U$  dan  $V$  yang distribusi gabungannya adalah normal bivariat standar. Observasi – observasi ini akan dipandang sebagai data populasi, dari populasi ini dapat diketahui besarnya koefisien korelasi yang sesungguhnya (koefisien korelasi populasi) dari variabel  $U$  dan  $V$ . Untuk menunjukkan bahwa koefisien korelasi *polychoric* akan mendekati besarnya koefisien korelasi yang sesungguhnya dari variabel  $U$  dan  $V$ , akan dilakukan simulasi pengambilan sampel dari data populasi. Dalam simulasi ini, diambil

sampel dari data populasi dengan beberapa ukuran sampel yaitu 200, 500, 1000 dan 5000. Untuk setiap ukuran sampel, pengambilan sampel dilakukan sebanyak 10 kali.

Setelah dilakukan simulasi pengambilan sampel, selanjutnya data sampel yang telah diperoleh ini akan dikategorikan untuk membentuk data *ordinal*  $X$  dan  $Y$ . Dalam proses pengkategorian data ini, batas - batas kategori yang berbeda digunakan untuk melihat apakah terdapat pengaruh dari batas kategori  $X$  dan  $Y$  terhadap taksiran koefisien korelasi *polychoric* yang didapat. Selain itu, banyaknya kategori yang digunakan juga bervariasi dan dikombinasikan dengan batas kategori untuk melihat pengaruh dari banyaknya kategori terhadap taksiran koefisien korelasi *polychoric*.

Setelah data *ordinal* terbentuk, kemudian untuk masing – masing sampel data *ordinal* ini dihitung besarnya koefisien korelasi *polychoric* dan besarnya koefisien korelasi *kendall's tau*. Untuk setiap ukuran sampel terdapat 10 sampel maka akan dihitung rata – rata besarnya koefisien korelasi *polychoric* dan rata – rata besarnya koefisien korelasi *kendall's tau* guna mendapatkan bias relatif koefisien korelasi *polychoric* terhadap koefisien korelasi yang sesungguhnya dan membandingkannya dengan bias relatif koefisien korelasi *kendall's tau* terhadap koefisien korelasi yang sesungguhnya. Proses simulasi ini akan dilakukan dengan menggunakan

perangkat lunak R 2.6.1, contoh *output* program R dapat dilihat pada lampiran 5.

Dari 50000 observasi yang dibangkitkan, dengan menggunakan perangkat lunak R 2.6.1 diperoleh koefisien korelasi yang sesungguhnya sebesar  $\rho = 0.7061143$ . Berikutnya akan dilihat perbandingan antara koefisien korelasi *polychoric* dan koefisien korelasi *kendall's tau* relatif terhadap koefisien korelasi yang sesungguhnya.

Kombinasi antara banyak kategori dan batas kategori yang digunakan pertama yaitu, dua kategori dengan batas kategori variabel *X* dan *Y* sama serta dua kategori dengan batas kategori *X* dan *Y* berbeda. Dalam simulasi ini, dicoba berbagai macam batas kategori yang berbeda. Akan tetapi, yang ditampilkan dalam skripsi ini hanya beberapa karena secara umum hasilnya memiliki pola yang sama. Hasilnya sebagai berikut:

Tabel 4.1.1 Simulasi dengan Dua Kategori dan Batas Kategori X dan Y Sama

(  $\rho = 0.7061143$  ).

batas kategori	ukuran sampel	<i>mean kendall's tau</i>	bias relatif <i>kendall's tau</i>	<i>mean polychoric</i>	bias relatif <i>polychoric</i>
$X : a_i = -1.25$ $Y : b_i = -1.25$	200	-0.3216254	145.5486 %	0.6193462	12.28811 %
	500	-0.3614377	151.1869 %	0.6449596	8.66074 %
	1000	-0.3696841	152.3547 %	0.6558448	7.11917 %
	5000	-0.4362844	161.7867 %	0.723527	2.465985 %
$X : a_i = 0$ $Y : b_i = 0$	200	0.5759179	18.43843 %	0.7870982	11.46895 %
	500	0.5596541	20.74171 %	0.7704383	9.10957 %
	1000	0.5154641	26.9999 %	0.7241939	2.560438 %
	5000	0.5052092	28.45221 %	0.7128812	0.9583297 %
$X : a_i = 1.25$ $Y : b_i = 1.25$	200	0.3069004	56.53672 %	0.646848	8.3933 %
	500	0.3645701	48.36954 %	0.6469076	8.384866 %
	1000	0.3927547	44.37803 %	0.6800447	3.691978 %
	5000	0.3819177	45.91276 %	0.6718456	4.85314 %

Dari tabel 4.1.1 terlihat, dengan batas kategori yang sama pada kedua variabel menunjukkan bahwa untuk setiap titik batas yang berbeda, bias relatif koefisien korelasi *polychoric* terhadap koefisien korelasi yang sesungguhnya jauh lebih kecil dibandingkan dengan bias relatif koefisien korelasi *kendall's tau* terhadap koefisien korelasi yang sesungguhnya. Dari hasil tersebut juga dapat disimpulkan bahwa koefisien korelasi *polychoric* relatif stabil terhadap titik batas dan ukuran sampel yang berbeda.

Berikutnya akan dilakukan simulasi dengan dua kategori dengan batas kategori X dan Y berbeda. Hasilnya sebagai berikut :

**Tabel 4.1.2 Simulasi dengan Dua Kategori dan Batas Kategori X dan Y berbeda ( $\rho = 0.7061143$ ).**

batas kategori	ukuran sampel	<i>mean</i>	bias relatif	<i>mean</i>	bias relatif
		<i>kendall's tau</i>	<i>kendall's tau</i>	<i>polychoric</i>	<i>polychoric</i>
$X: a_1 = -1.25$ $Y: b_1 = -1.5$	200	-0.3321769	147.0429 %	0.6864679	2.782328 %
	500	-0.381465	154.0231 %	0.6910108	2.138953 %
	1000	-0.3631982	151.4362 %	0.6782455	3.946782 %
	5000	-0.4103067	158.1077 %	0.7190879	1.837324 %
$X: a_1 = 0$ $Y: b_1 = 0.25$	200	0.5008312	29.07222 %	0.7155567	1.337238 %
	500	0.5179038	26.65439 %	0.7381011	4.529979 %
	1000	0.4889633	30.75295 %	0.705277	0.1185794 %
	5000	0.4971228	29.5974 %	0.7154026	1.315410 %
$X: a_1 = 1.25$ $Y: b_1 = 1$	200	0.3729588	47.18153 %	0.627391	11.14880 %
	500	0.4303858	39.0487 %	0.6978423	1.171485 %
	1000	0.4039405	42.79389 %	0.677576	4.041605 %
	5000	0.3996232	43.40530 %	0.6814874	3.487668 %

Dari tabel 4.1.2 terlihat, dengan batas kategori yang berbeda pada kedua variabel menunjukkan bahwa untuk setiap ukuran sampel dan setiap titik batas, bias relatif koefisien korelasi *polychoric* terhadap koefisien korelasi yang sesungguhnya jauh lebih kecil dibandingkan dengan bias relatif koefisien korelasi *kendall's tau* terhadap koefisien korelasi yang sesungguhnya.

Selanjutnya akan diberikan simulasi dengan kombinasi tiga kategori dengan batas kategori variabel  $X$  dan  $Y$  sama serta tiga kategori dengan batas kategori  $X$  dan  $Y$  berbeda. Hasilnya sebagai berikut :

**Tabel 4.1.3 Simulasi dengan Tiga Kategori dan Batas Kategori  $X$  dan  $Y$  sama ( $\rho = 0.7061143$ ).**

batas kategori	ukuran sampel	<i>mean</i>	bias relatif	<i>mean</i>	bias relatif
		<i>kendall's tau</i>	<i>kendall's tau</i>	<i>polychoric</i>	<i>polychoric</i>
$X : a_1 = -1.5,$ $a_2 = 0.5$ $Y : b_1 = -1.5$ $b_2 = 0.5$	200	0.4246087	39.86686 %	0.7093205	0.4540663 %
	500	0.4745267	32.79747 %	0.7750478	9.762367 %
	1000	0.4123770	41.59912 %	0.7272554	2.994005 %
	5000	0.3678287	47.90804 %	0.7173329	1.588776 %
$X : a_1 = -0.75,$ $a_2 = 1.25$ $Y : b_1 = -0.75,$ $b_2 = 1.25$	200	-0.1141503	116.1660 %	0.6957537	1.467272 %
	500	-0.1089141	115.4244 %	0.7342274	3.981379 %
	1000	-0.1271658	118.0092 %	0.730528	3.457473 %
	5000	-0.1187528	116.8178 %	0.6986704	1.054199 %
$X : a_1 = 0, a_2 = 2$ $Y : b_1 = 0, b_2 = 2$	200	0.5666149	19.75592 %	0.7548535	6.902455 %
	500	0.5573472	21.06841 %	0.7424854	5.150877 %
	1000	0.5220414	26.06843 %	0.7161269	1.417988 %
	5000	0.511211	27.60222 %	0.7050532	0.1502729 %

Hasil yang didapat pada tabel 4.1.3 tidak jauh berbeda dengan tabel 4.1.1 yaitu, dengan batas kategori yang sama pada kedua variabel, diperoleh untuk setiap ukuran sampel dan setiap titik batas yang berbeda, bias relatif koefisien korelasi *polychoric* terhadap koefisien korelasi yang sesungguhnya

jauh lebih kecil dibandingkan dengan bias relatif koefisien korelasi *kendall's tau* terhadap koefisien korelasi yang sesungguhnya.

**Tabel 4.1.4 Simulasi dengan Tiga Kategori dan Batas Kategori X dan Y Berbeda**  
( $\rho = 0.7061143$ ).

batas kategori	ukuran sampel	<i>mean</i>	bias relatif	<i>mean</i>	bias relatif
		<i>kendall's tau</i>	<i>kendall's tau</i>	<i>polychoric</i>	<i>polychoric</i>
X : $a_1 = -1,$ $a_2 = 1$	200	0.1398411	80.19569 %	0.6684656	5.331817 %
	500	0.1909439	72.9585 %	0.7338522	3.928239 %
Y : $b_1 = -1.5,$ $b_2 = 0.5$	1000	0.1268918	82.02957 %	0.7309958	3.523717 %
	5000	0.09856041	86.04186 %	0.7119246	0.822862 %
X : $a_1 = -0.5,$ $a_2 = 1.5$	200	-0.1562293	122.1252 %	0.762366	7.966364 %
	500	-0.1529183	121.6563 %	0.7421606	5.104887 %
Y : $b_1 = -1.5,$ $b_2 = 0.5$	1000	-0.1658040	123.4812 %	0.7349454	4.083059 %
	5000	-0.2003194	128.3693 %	0.7230328	2.396003 %
X : $a_1 = -0.5,$ $a_2 = 1.5$	200	-0.2207066	131.2565 %	0.7138693	1.098265 %
	500	-0.1934407	127.3951 %	0.7264426	2.878902 %
Y : $b_1 = 0,$ $b_2 = 2$	1000	-0.1782924	125.2498 %	0.7207617	2.07437 %
	5000	-0.2266934	132.1043 %	0.7180425	1.689269 %

Hasil yang didapat pada tabel 4.1.4 tidak jauh berbeda dengan tabel 4.1.2 yaitu, dengan batas kategori yang berbeda pada kedua variabel, diperoleh untuk setiap ukuran sampel dan setiap titik batas yang berbeda, bias relatif koefisien korelasi *polychoric* terhadap koefisien korelasi yang sesungguhnya jauh lebih kecil dibandingkan dengan bias relatif koefisien korelasi *kendall's*

$\tau$  terhadap koefisien korelasi yang sesungguhnya yang dapat mencapai >100%.

Karena koefisien korelasi *polychoric* relatif stabil terhadap perubahan titik batas dan ukuran sampel maka simulasi berikutnya akan lebih terfokus kepada pengaruh panjang interval antar kategori yang mengandung batas interval berhingga terhadap besarnya koefisien korelasi *polychoric*.

Kombinasi yang akan digunakan dan hasilnya dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel 4.1.5 Simulasi dengan Lima Kategori dan Batas Kategori X dan Y Sama serta Panjang Interval antar Kategori Sama ( $\rho = 0.7061143$ ).**

batas kategori	ukuran sampel	<i>mean</i> <i>kendall's tau</i>	bias relatif <i>kendall's tau</i>	<i>mean</i> <i>polychoric</i>	bias relatif <i>polychoric</i>
X : $a_1 = -1.5, a_2 = -0.5, a_3 = 0.5, a_4 = 1.5$	200	0.2981833	57.77125 %	0.6819898	3.416511 %
	500	0.3140771	55.52036 %	0.74642	5.708107 %
Y : $b_1 = -1.5, b_2 = -0.5, b_3 = 0.5, b_4 = 1.5$	1000	0.2613970	62.98093 %	0.7286923	3.197503 %
	5000	0.2122205	69.9453 %	0.7131984	1.003254 %

**Tabel 4.1.6 Simulasi dengan Lima Kategori dan Batas Kategori X dan Y Berbeda serta Panjang Interval antar Kategori Sama ( $\rho = 0.7061143$ ).**

batas kategori	ukuran sampel	<i>mean</i>	bias relatif	<i>mean</i>	bias relatif
		<i>kendall's tau</i>	<i>kendall's tau</i>	<i>polychoric</i>	<i>polychoric</i>
$X : a_1 = -1, a_2 = -0.25,$ $a_3 = 0.5, a_4 = 1.25$ $Y : b_1 = -1.5, b_2 =$ $-0.75, b_3 = 0,$ $b_4 = 0.75$	200	0.2964336	58.01903 %	0.702892	0.4563523 %
	500	0.2950009	58.22193 %	0.766416	8.539932 %
	1000	0.2333086	66.95881 %	0.740526	4.873381 %
	5000	0.1832665	74.04577 %	0.7223015	2.292429 %

Dari tabel 4.1.5 dan 4.1.6 terlihat bahwa dengan lima kategori untuk variabel X dan Y serta panjang interval yang sama antar kategori yang mengandung batas kategori berhingga, bias relatif koefisien korelasi *polychoric* terhadap koefisien korelasi yang sesungguhnya, tetap jauh lebih kecil ( $<10\%$ ) dibandingkan dengan bias relatif koefisien korelasi *kendall's tau*.

**Tabel 4.1.7 Simulasi dengan Lima Kategori dan Batas Kategori X dan Y Sama serta Panjang Interval antar Kategori Berbeda ( $\rho = 0.7061143$ ).**

batas kategori	ukuran sampel	<i>mean</i>	bias relatif	<i>mean</i>	bias relatif
		<i>kendall's tau</i>	<i>kendall's tau</i>	<i>polychoric</i>	<i>polychoric</i>
$X : a_1 = -1.5, a_2 =$ $-0.5, a_3 = 0.25,$ $a_4 = 1.5$	200	0.3408216	51.7328 %	0.6751827	4.38053 %
	500	0.3672282	47.99309 %	0.7248707	2.656286 %
$Y : b_1 = -1.5, b_2 =$ $-0.5, b_3 = 0.25,$ $b_4 = 1.5$	1000	0.3310064	53.12283 %	0.7112891	0.7328564 %
	5000	0.303748	56.98317 %	0.712211	0.8634185 %

**Tabel 4.1.8 Simulasi dengan Lima Kategori dan Batas Kategori X dan Y Berbeda serta Panjang Interval antar Kategori Berbeda (  $\rho = 0.7061143$  ).**

batas kategori	ukuran sampel	<i>mean</i>	bias relatif	<i>mean</i>	bias relatif
		<i>kendall's tau</i>	<i>kendall's tau</i>	<i>polychoric</i>	<i>polychoric</i>
X: $a_1 = -1.75, a_2 = -0.75, a_3 = -0.25, a_4 = 1$	200	-0.06385656	109.0434 %	0.6670264	5.53564 %
	500	-0.05344795	107.5693 %	0.7210765	2.118944 %
Y: $b_1 = -1.5, b_2 = -0.5, b_3 = 0.25, b_4 = 1.25$	1000	-0.09060185	112.8310 %	0.7065799	0.065932 %
	5000	-0.09078272	112.8567 %	0.7092662	0.4463724 %

Dari tabel 4.1.7 dan 4.1.8 terlihat bahwa dengan panjang interval yang berbeda antar kategori yang mengandung batas kategori berhingga, hasilnya tidak jauh berbeda dengan simulasi yang sebelumnya yaitu, bias relatif koefisien korelasi *polychoric* terhadap koefisien korelasi yang sesungguhnya, tetap jauh lebih kecil (<10 %) dibandingkan dengan bias relatif koefisien korelasi *kendall's tau*.

Dari keseluruhan hasil simulasi sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa taksiran koefisien korelasi *polychoric* merupakan taksiran yang cukup baik untuk mengukur korelasi dari dua variabel kontinu dimana data yang teramati adalah data *ordinal* yang dibentuk dari kedua variabel kontinu tersebut. Sebagai catatan, dari hasil simulasi tersebut secara sepintas terlihat bahwa dengan bertambahnya jumlah kategori dari variabel *ordinal* X dan Y, bias

relatif koefisien korelasi *polychoric* terhadap koefisien korelasi yang sesungguhnya cenderung menurun.

#### **4.2 Simulasi Mencari Besarnya Koefisien Korelasi *Polychoric* Untuk Data Bukan Normal Bivariat Standar**

Dalam sub bab ini akan dilakukan simulasi mencari besarnya koefisien korelasi *polychoric* untuk data bukan normal bivariat standar. Dalam bab sebelumnya telah disebutkan bahwa jika distribusi gabungan dari variabel  $U$  dan  $V$  adalah normal bivariat standar maka  $U$  dan  $V$  masing – masing berdistribusi normal univariat standar. Oleh sebab itu, untuk melakukan simulasi dengan data bukan normal bivariat standar akan dibangkitkan data dimana distribusi dari variabel  $U$  dan  $V$  masing – masing bukan normal univariat standar, dengan cara memanipulasi skewness dan kurtosis dari variabel yang berdistribusi normal univariat standar.

Dalam simulasi ini, akan dibangkitkan data sebanyak 50000 observasi untuk variabel kontinu  $U$  dan  $V$  dimana skewnessnya tidak sama dengan nol dan kurtosisnya tidak sama dengan tiga (distribusi gabungannya bukan normal bivariat standar). Observasi – observasi ini akan dipandang sebagai data populasi, dari populasi ini dapat diketahui besarnya koefisien korelasi yang sesungguhnya (koefisien korelasi populasi) dari variabel  $U$  dan  $V$ . Simulasi ini akan dilakukan dengan berbagai distribusi dari variabel variabel

kontinu  $U$  dan  $V$  dimana skewnessnya tidak sama dengan nol dan kurtosisnya tidak sama dengan tiga dengan tujuan untuk melihat kestabilan koefisien korelasi *polychoric* terhadap asumsi kenormalan bivariat standar. Akan tetapi, yang ditampilkan dalam skripsi ini hanya beberapa karena secara umum hasilnya memiliki pola yang sama.

Untuk menunjukkan bahwa koefisien korelasi *polychoric* akan mendekati besarnya koefisien korelasi yang sesungguhnya dari variabel  $U$  dan  $V$ , akan dilakukan simulasi pengambilan sampel dari data populasi. Dalam simulasi ini, diambil sampel dari data populasi dengan beberapa ukuran sampel yaitu 200, 500, 1000 dan 5000. Untuk setiap ukuran sampel, pengambilan sampel dilakukan sebanyak 10 kali. Setelah dilakukan simulasi pengambilan sampel, selanjutnya data sampel yang telah diperoleh ini akan dikategorikan untuk membentuk data *ordinal*  $X$  dan  $Y$ . Dalam proses pengkategorian data ini, batas - batas kategori yang digunakan untuk setiap banyaknya kategori tetap untuk setiap distribusi yang digunakan dalam simulasi ini, dengan tujuan untuk melihat kestabilan koefisien korelasi *polychoric* terhadap asumsi kenormalan bivariat standar.

Setelah data *ordinal* terbentuk, kemudian untuk masing – masing sampel data *ordinal* ini dihitung besarnya koefisien korelasi *polychoric* dan besarnya koefisien korelasi *kendall's tau*. Untuk setiap ukuran sampel terdapat 10 sampel maka akan dihitung rata – rata besarnya koefisien

korelasi *polychoric* dan rata – rata besarnya koefisien korelasi *kendall's tau* guna mendapatkan bias relatif koefisien korelasi *polychoric* terhadap koefisien korelasi yang sesungguhnya dan membandingkannya dengan bias relatif koefisien korelasi *kendall's tau* terhadap koefisien korelasi yang sesungguhnya. Proses simulasi ini akan dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak R 2.6.1, contoh *output* program R dapat dilihat pada lampiran 6.

Kombinasi antara banyak kategori dan batas kategori yang digunakan pertama yaitu, dua kategori dengan batas kategori variabel  $X$  dan  $Y$  tetap untuk setiap distribusi variabel kontinu  $U$  dan  $V$ . Dalam simulasi ini, dicoba berbagai macam batas kategori yang berbeda. Akan tetapi, tidak semua ditampilkan dalam skripsi ini karena secara umum hasilnya memiliki pola yang sama. Hasilnya sebagai berikut :

**Tabel 4.2.1 Simulasi dengan Dua Kategori dari distribusi  $U$  dengan Skewness = 0.7031999 dan Kurtosis = 3.9472946 serta distribusi  $V$  dengan Skewness = 0.7439036 dan Kurtosis = 3.8376094.**

koefisien korelasi populasi	batas kategori	ukuran sampel	mean <i>kendall's tau</i>	bias relatif <i>kendall's tau</i>	mean <i>polychoric</i>	bias relatif <i>polychoric</i>
0.7077927	$X: a_1 = 0$ $Y: b_1 = 0$	200	0.5266885	25.58718 %	0.7376135	4.213203 %
		500	0.4374529	38.19477 %	0.6350993	10.27044 %
		1000	0.4674037	33.96319 %	0.6701827	5.313698 %
		5000	0.4863817	31.28189 %	0.6918231	2.256251 %

**Tabel 4.2.2 Simulasi dengan Dua Kategori dari distribusi  $U$  dengan Skewness = 1.091886 dan Kurtosis = 5.666711 serta distribusi  $V$  dengan Skewness = 1.016804 dan Kurtosis = 5.818809.**

koefisien korelasi populasi	batas kategori	ukuran sampel	mean <i>kendall's tau</i>	bias relatif <i>kendall's tau</i>	mean <i>polychoric</i>	bias relatif <i>polychoric</i>
0.7172894	$X: a_1 = 0$ $Y: b_1 = 0$	200	0.528475	26.32332 %	0.740022	3.169226 %
		500	0.5169867	27.92494 %	0.7275067	1.424436 %
		1000	0.5499705	23.32656 %	0.7607186	6.054628 %
		5000	0.5128402	28.50303 %	0.7212567	0.553099 %

**Tabel 4.2.3 Simulasi dengan Dua Kategori dari distribusi  $U$  dengan Skewness = -0.7134162 dan Kurtosis = 3.914519 serta distribusi  $V$  dengan Skewness = -0.7973918 dan Kurtosis = 3.879367.**

koefisien korelasi populasi	batas kategori	ukuran sampel	mean <i>kendall's tau</i>	bias relatif <i>kendall's tau</i>	mean <i>polychoric</i>	bias relatif <i>polychoric</i>
0.7102664	$X: a_1 = 0$ $Y: b_1 = 0$	200	0.5266885	25.84634 %	0.7376135	3.850246 %
		500	0.4374529	38.41003 %	0.6350993	10.58295 %
		1000	0.4674037	34.19318 %	0.6701827	5.643475 %
		5000	0.4863817	31.52123 %	0.6918231	2.596676 %

**Tabel 4.2.4 Simulasi dengan Dua Kategori dari distribusi  $U$  dengan Skewness = -1.223998 dan Kurtosis = 5.880287 serta distribusi  $V$  dengan Skewness = -1.013101 dan Kurtosis = 5.718045.**

koefisien korelasi populasi	batas kategori	ukuran sampel	mean <i>kendall's tau</i>	bias relatif <i>kendall's tau</i>	mean <i>polychoric</i>	bias relatif <i>polychoric</i>
0.7242162	$X: a_1 = 0$ $Y: b_1 = 0$	200	0.528475	27.028 %	0.740022	2.182462 %
		500	0.5169867	28.61431 %	0.7275067	0.454361 %
		1000	0.5499705	24.05990 %	0.7607186	5.040268 %
		5000	0.5128402	29.18686 %	0.7212567	0.408642 %

Untuk simulasi dua kategori dengan jenis distribusi variabel kontinu  $U$  dan  $V$  yang berbeda (distribusi gabungan variabel  $U$  dan  $V$  bukan normal bivariat standar) diperoleh hasil bahwa bias relatif koefisien korelasi *polychoric* terhadap koefisien korelasi yang sesungguhnya, jauh lebih kecil dibandingkan

dengan bias relatif koefisien korelasi *kendall's tau*. Selain itu, bias relatif koefisien korelasi *polychoric* terlihat cukup stabil terhadap penyimpangan asumsi kenormalan bivariat standar.

Berikutnya akan dilakukan simulasi dengan tiga kategori untuk masing – masing variabel ordinal  $X$  dan  $Y$  serta batas kategori yang tetap untuk setiap distribusi variabel kontinu  $U$  dan  $V$  yang berbeda. Hasilnya sebagai berikut :

**Tabel 4.2.5 Simulasi dengan Tiga Kategori dari distribusi  $U$  dengan Skewness = 0.7031999 dan Kurtosis = 3.9472946 serta distribusi  $V$  dengan Skewness = 0.7439036 dan Kurtosis = 3.8376094.**

koefisien korelasi populasi	batas kategori	ukuran sampel	<i>mean kendall's tau</i>	bias relatif <i>kendall's tau</i>	<i>mean polychoric</i>	bias relatif <i>polychoric</i>
0.7077927	$X : a_1 =$ -0.75, $a_2 =$ 1.25	200	0.08146806	88.48984 %	0.707932	0.019683 %
	$Y : b_1 =$ -0.75, $b_2 =$ 1.25	500	-0.0727097	110.2727 %	0.7218336	1.983759 %
		1000	-0.0974256	113.7647 %	0.7176654	1.394853 %
		5000	-0.0830874	111.7389 %	0.6934195	2.030716 %

**Tabel 4.2.6 Simulasi dengan Tiga Kategori dari distribusi  $U$  dengan Skewness = 1.091886 dan Kurtosis = 5.666711 serta distribusi  $V$  dengan Skewness = 1.016804 dan Kurtosis = 5.818809.**

koefisien korelasi populasi	batas kategori	ukuran sampel	mean kendall's tau	bias relatif kendall's tau	mean polychoric	bias relatif polychoric
0.7172894	$X : a_1 =$					
	$-0.75, a_2 =$	200	0.1018962	85.79427 %	0.7841146	9.316348 %
	$1.25$	500	0.02434219	96.60636 %	0.7121039	0.722929 %
	$Y : b_1 =$	1000	-0.0174449	102.4321 %	0.7266391	1.303481 %
	$-0.75, b_2 =$	5000	-0.0663895	109.2556 %	0.725537	1.149831 %
	$1.25$					

**Tabel 4.2.7 Simulasi dengan Tiga Kategori dari distribusi  $U$  dengan Skewness = -0.7134162 dan Kurtosis = 3.914519 serta distribusi  $V$  dengan Skewness = -0.7973918 dan Kurtosis = 3.879367.**

koefisien korelasi populasi	batas kategori	ukuran sampel	mean kendall's tau	bias relatif kendall's tau	mean polychoric	bias relatif polychoric
0.7102664	$X : a_1 =$					
	$-0.75, a_2 =$	200	0.08146806	88.52993 %	0.707932	0.328669 %
	$1.25$	500	-0.0727097	110.2370 %	0.7218336	1.628566 %
	$Y : b_1 =$	1000	-0.0974256	113.7168 %	0.7176654	1.041712 %
	$-0.75, b_2 =$	5000	-0.0830874	111.6981 %	0.6934195	2.371926 %
	$1.25$					

**Tabel 4.2.8 Simulasi dengan Tiga Kategori dari distribusi  $U$  dengan Skewness = -1.223998 dan Kurtosis = 5.880287 serta distribusi  $V$  dengan Skewness = -1.013101 dan Kurtosis = 5.718045.**

koefisien korelasi populasi	batas kategori	ukuran sampel	mean <i>kendall's tau</i>	bias relatif <i>kendall's tau</i>	mean <i>polychoric</i>	bias relatif <i>polychoric</i>
0.7242162	$X : a_1 = -0.75, a_2 = 1.25$	200	0.1018962	85.93014 %	0.7841146	8.27079 %
		500	0.02434219	96.63882 %	0.7121039	1.672465 %
	$Y : b_1 = -0.75, b_2 = 1.25$	1000	-0.0174449	102.4088 %	0.7266391	0.334563 %
		5000	-0.0663895	109.1671 %	0.725537	0.182383 %

Untuk simulasi dengan tiga kategori hasilnya tidak jauh berbeda dengan simulasi sebelumnya yaitu, bias relatif koefisien korelasi *polychoric* terlihat cukup stabil terhadap penyimpangan asumsi kenormalan bivariat standar. Selain itu, bias relative koefisien korelasi *polychoric* cenderung menurun dibandingkan dengan hasil simulasi dengan dua kategori.

Selanjutnya akan dilakukan simulasi dengan lima kategori untuk masing – masing variabel ordinal  $X$  dan  $Y$  serta batas kategori yang tetap untuk setiap distribusi variabel kontinu  $U$  dan  $V$  yang berbeda. Hasilnya sebagai berikut :

**Tabel 4.2.9 Simulasi dengan Lima Kategori dari distribusi  $U$  dengan Skewness = 0.7031999 dan Kurtosis = 3.9472946 serta distribusi  $V$  dengan Skewness = 0.7439036 dan Kurtosis = 3.8376094.**

koefisien korelasi populasi	batas kategori	ukuran sampel	mean <i>kendall's tau</i>	bias relatif <i>kendall's tau</i>	mean <i>polychoric</i>	bias relatif <i>polychoric</i>
0.7077927	$X : a_1 = -1.5, a_2 = -0.5, a_3 = 0.5, a_4 = 1.5$ $Y : b_1 = -1.5, b_2 = -0.5, b_3 = 0.5, b_4 = 1.5$	200	0.4252678	39.91634 %	0.7465078	5.46984 %
		500	0.2818103	60.18463 %	0.7201809	1.750254 %
		1000	0.2463992	65.18767 %	0.7177286	1.403789 %
		5000	0.2032075	71.28996 %	0.70283	0.701148 %

**Tabel 4.2.10 Simulasi dengan Lima Kategori dari distribusi  $U$  dengan Skewness = 1.091886 dan Kurtosis = 5.666711 serta distribusi  $V$  dengan Skewness = 1.016804 dan Kurtosis = 5.818809.**

koefisien korelasi populasi	batas kategori	ukuran sampel	mean <i>kendall's tau</i>	bias relatif <i>kendall's tau</i>	mean <i>polychoric</i>	bias relatif <i>polychoric</i>
0.7172894	$X : a_1 = -1.5, a_2 = -0.5, a_3 = 0.5, a_4 = 1.5$ $Y : b_1 = -1.5, b_2 = -0.5, b_3 = 0.5, b_4 = 1.5$	200	0.3355082	53.22555 %	0.7194528	0.301604 %
		500	0.2755807	61.58026 %	0.7138625	0.477758 %
		1000	0.2602275	63.72071 %	0.7374703	2.813498 %
		5000	0.2185577	69.53006 %	0.7194813	0.305577 %

**Tabel 4.2.11 Simulasi dengan Lima Kategori dari distribusi  $U$  dengan Skewness = -0.7134162 dan Kurtosis = 3.914519 serta distribusi  $V$  dengan Skewness = -0.7973918 dan Kurtosis = 3.879367.**

koefisien korelasi populasi	batas kategori	ukuran sampel	mean kendall's tau	bias relatif kendall's tau	mean polychoric	bias relatif polychoric
0.7102664	$X : a_1 = -1.5,$ $a_2 = -0.5, a_3 = 0.5, a_4 = 1.5$ $Y : b_1 = -1.5,$ $b_2 = -0.5, b_3 = 0.5, b_4 = 1.5$	200	0.4252678	40.1256 %	0.7465078	5.102506 %
		500	0.2818103	60.3233 %	0.7201809	1.395875 %
		1000	0.2463992	65.30891 %	0.7177286	1.050617 %
		5000	0.2032075	71.38996 %	0.70283	1.046989 %

**Tabel 4.2.12 Simulasi dengan Lima Kategori dari distribusi  $U$  dengan Skewness = -1.223998 dan Kurtosis = 5.880287 serta distribusi  $V$  dengan Skewness = -1.013101 dan Kurtosis = 5.718045.**

koefisien korelasi populasi	batas kategori	ukuran sampel	mean kendall's tau	bias relatif kendall's tau	mean polychoric	bias relatif polychoric
0.7242162	$X : a_1 = -1.5,$ $a_2 = -0.5, a_3 = 0.5, a_4 = 1.5$ $Y : b_1 = -1.5,$ $b_2 = -0.5, b_3 = 0.5, b_4 = 1.5$	200	0.3355082	53.67292 %	0.7194528	0.657732 %
		500	0.2755807	61.94772 %	0.7138625	1.429639 %
		1000	0.2602275	64.0677 %	0.7374703	1.830137 %
		5000	0.2185577	69.82149 %	0.7194813	0.653797 %

Untuk simulasi dengan lima kategori hasilnya tidak jauh berbeda dengan simulasi sebelumnya yaitu, bias relatif koefisien korelasi *polychoric* terlihat cukup stabil terhadap penyimpangan asumsi kenormalan bivariat standar. Selain itu, bias relatif koefisien korelasi *polychoric* cenderung menurun dibandingkan dengan hasil simulasi dengan tiga kategori.

Dengan demikian, dari keseluruhan hasil simulasi dalam sub bab ini dapat disimpulkan bahwa koefisien korelasi *polychoric* cukup stabil terhadap penyimpangan asumsi kenormalan bivariat standar.

