Journal of Quality Measurement and Analysis *JQMA* 9(2) 2013, 83-91
Jurnal Pengukuran Kualiti dan Analisis

KESAN KORELASI ANTARA KELAS KE ATAS ANGGARAN PARAMETER DALAM DATA MULTITAHAP DENGAN SAIZ KELOMPOK KECIL

(The Effects of Correlation between Class on Parameter Estimates in Small Group Sizes of Multilevel Data)

NORRAIDA SARUDIN & NUR RIZA MOHD SURADI

ABSTRAK

Analisis multitahap dilakukan ke atas data berhierarki yang terdiri daripada dua tahap atau lebih. Tahap tertinggi adalah tahap kelompok dan tahap terendah disebut tahap individu. Variasi yang disumbangkan antara tahap dikenali sebagai korelasi antara kelas, ρ. Dalam kajian ini dibincangkan kesan korelasi antara kelas ke atas anggaran parameter apabila saiz kelompok kecil. Kajian simulasi dilakukan dengan 27 keadaan berbeza dari segi saiz kelompok, saiz sampel dan korelasi antara kelas. Hasil yang diperoleh mendapati ρ yang berbeza memberi kesan yang berbeza ke atas pincang relatif setiap anggaran parameter. Kesimpulannya, ρ yang melebihi 0.2 dan saiz kelompok yang tidak terlalu kecil (melebihi 50) memberikan kepincangan anggaran parameter yang lebih kecil.

Kata kunci: korelasi antara kelas; saiz kelompok; multitahap

ABSTRACT

Multilevel analysis is usually performed on hierarchical data consisting of two or more levels. The highest level is the cluster level and the lowest level is individual level. The variation between levels is known as the intraclass correlation, ρ. This study discusses the effects of the intraclass correlation on parameter estimation when the cluster size is small. Simulation studies were performed with 27 different conditions on group size, sample size and intraclass correlation value. Findings show that different ρ resulted in different effects on parameter relative bias. In conclusion, ρ with values greater than or equal to 0.2 and group size of more than 50 tend to give smaller bias to parameters estimates.

Keywords: intraclass correlation; cluster size; multilevel

1. Pengenalan

Analisis multitahap adalah suatu analisis regresi yang dilakukan ke atas data berhierarki. Data berhierarki terdiri daripada beberapa tahap. Bagi data berhierarki dua tahap, tahap pertama dan terendah disebut sebagai tahap individu manakala tahap kedua disebut sebagai kelompok. Individu-individu dalam tahap pertama boleh dikelompokkan berdasarkan ciri-ciri tertentu dan membentuk kelompok-kelompok bagi tahap kedua. Dengan itu, setiap kelompok akan mempunyai sifat-sifat yang berbeza bergantung kepada sifat-sifat individu-individu yang membentuknya. Sebagai contoh, dalam kajian pencapaian skor Matematik bagi murid-murid sekolah rendah, murid-murid adalah data pada tahap individu (tahap pertama), manakala sekolah adalah kelompok. Pencapaian skor pertengahan tahun dan jantina boleh dijadikan sebagai pemboleh ubah tahap individu manakala jenis sekolah dan pengalaman guru yang mengajar sebagai pemboleh ubah tahap kelompok. Menurut Goldstein (1995), dalam data berhierarki, individu-individu berinteraksi dengan konteks sosial masing-masing. Oleh itu, ciri-ciri kelompok dipengaruhi oleh individu-individu yang membina kelompok itu sendiri.

Berbanding dengan regresi biasa yang hanya mengkaji variasi pada satu tahap sahaja, dan tidak mengambil kira kewujudan tahap-tahap lain dalam struktur data berhierarki, analisis multitahap mempunyai kelebihan kerana ia mengambil kira setiap tahap memandangkan setiap tahap yang berbeza berperanan dalam menyumbangkan variasi yang wujud dalam data berhierarki. Kepentingan analisis multitahap sudah lama terbukti dan telah banyak diaplikasikan oleh ramai penyelidik di dalam kajian mereka ke atas data berhierarki.

Dalam data berhierarki, terdapat dua jenis saiz sampel iaitu saiz sampel tahap terendah (saiz individu atau bilangan unit dalam kelompok), dan saiz sampel tahap tertinggi (saiz kelompok). Kebanyakan penyelidik menemui masalah apabila berhadapan dengan data berhierarki dengan bilangan kelompok yang kecil. Isu ini agak kompleks kerana kesan bilangan kelompok mempunyai hubungan dengan kesan bilangan individu (saiz individu), dan ketidaknormalan data. Kaedah penganggaran yang tidak sesuai boleh memberikan kepincangan ke atas anggaran parameter. Selain kaedah penganggaran, korelasi antara kelas (taburan variasi antara tahap) juga memberi kesan ke atas ketepatan anggaran parameter.

Beberapa kajian simulasi telah dilakukan bagi melihat kesan dan masalah kepincangan anggaran apabila saiz kelompok adalah kecil. Hox dan Maas (2005; 2004; 2002) mendapati pemilihan kaedah penganggaran dan nilai korelasi antara kelas mempengaruhi ketepatan dalam anggaran-anggaran parameter. Mereka menggunakan *Restricted Iterative Generalised Least Square,* RIGLS sebagai kaedah penganggaran apabila saiz sampel adalah kecil.

Dalam kajian ini, Markov Chain Monte Carlo (MCMC) yang merupakan satu teknik penganggaran Bayes digunakan untuk menganggar parameter-parameter dalam model multitahap. MCMC mempunyai kelebihan berbanding kaedah kebolehjadian maksimum terutama apabila saiz kelompok kecil. Ini kerana andaian kenormalan bagi unit-unit dalam tahap kelompok tidak diperlukan apabila membuat pentaabiran ke atas varians parameter tahap kelompok. Perisian yang digunakan dalam kajian ini adalah MLwiN (Rashbash *et al*. 2000). Penggunaan MCMC sebagai penganggar dalam MLwiN banyak diterangkan oleh Browne (1998).

2. Metodologi

Dalam kajian ini, model 2 tahap dengan satu pemboleh ubah tahap individu dan satu pemboleh ubah tahap kelompok digunakan. Sebanyak 27 set data berlainan keadaan (3 jenis saiz kelompok, 3 jenis saiz individu dan 3 jenis korelasi antara kelas) dijanakan. Simulasi dan penganggaran parameter dijalankan dengan menggunakan perisian MLwiN. Seterusnya ketepatan anggaran dinilai dengan menggunakan peratus kepincangan relatif.

2.1. *Model Dua Tahap*

Andaikan data daripada beberapa kelompok J dengan bilangan individu n_j dalam setiap kelompok. Dan pemboleh ubah sambutan Y_{ij} pada tahap individu dengan X_{ij} sebagai pemboleh ubah penerang tahap individu dan Z_j sebagai pemboleh ubah penerang tahap kelompok. Dengan itu model dua tahap boleh ditunjukkan seperti berikut:

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j} X_{ij} + \varepsilon_{ij} \tag{1}$$

dengan β_j dimodelkan oleh model regresi tahap 2 sebagai:

$$\beta_{0j} = \beta_{00} + \beta_{01} Z_j + \mu_{0j} \tag{2a}$$

$$\beta_{1j} = \beta_{10} + \beta_{11} Z_j + \mu_{1j} \tag{2b}$$

Oleh itu, persamaan (1) menjadi:

$$Y_{ij} = \beta_{00} + \beta_{10} X_{ij} + \beta_{01} Z_j + \beta_{11} X_{ij} Z_j + \mu_{oj} + \mu_{1j} X_{ij} + \varepsilon_{ij} \tag{3}$$

dengan

Y_{ij} adalah pemboleh ubah sambutan bagi individu-*i* dalam kelompok-*j*.

X_{ij} adalah pemboleh ubah penerang tahap-1, Z_j adalah pemboleh ubah penerang tahap-2.

β_{0j} adalah pekali pintasan rawak, manakala β_{1j} adalah pekali kecerunan rawak.

β_{01}, β_{11} mewakili pekali kepada pemboleh ubah penerang tahap 2.

$\beta_{00}, \beta_{10}, \beta_{01}$ dan β_{11} adalah pekali-pekali tetap.

μ_{0j} dan μ_{1j} adalah pekali-pekali rawak.

μ_{0j}, μ_{1j} dan ε_{ij} diandaikan bertaburan normal dengan min sifar dan varians masing-masing adalah $\sigma^2_{\mu 0}$, $\sigma^2_{\mu 1}$ dan σ^2_{e0} .

$X_{ij} Z_{ij}$ adalah interaksi yang wujud hasil daripada memvariasikan kecerunan pemboleh ubah tahap-1, X_{ij} dengan pemboleh ubah tahap-2, Z_j .

Bagi menganggar nilai korelasi antara kelas, ϱ, model nol berikut digunakan,

$$Y_{ij} = \beta_{00} + \mu_{oj} + \varepsilon_{ij} \tag{4}$$

μ_{0j} dan ε_{ij} diandaikan bertaburan normal dengan min sifar dan varians masing-masing adalah $\sigma^2_{\mu 0}$ dan σ^2_{e0} . Model ini tidak mengandungi pemboleh ubah penerang tahap X_{ij} dan $\mathbf{Z}_{ij}$ dan tidak menerangkan sebarang variasi di dalam *Y* sebaliknya hanya menguraikan varians *Y* kepada dua komponen iaitu $\sigma^2_{\mu 0}$ dan σ^2_{e0} . Dengan itu korelasi antara kelas diberi sebagai

$$\rho = \frac{\sigma^2_{\mu 0}}{\sigma^2_{\mu 0} + \sigma^2_{e0}} \tag{5}$$

Persamaan (5) menunjukkan korelasi antara kelas, ρ dengan ρ adalah perkadaran varians tahap kelompok berbanding dengan jumlah varians.

2.2. *Simulasi*

Tiga keadaan simulasi digunakan, iaitu:

i. Tiga jenis saiz kelompok (tahap-2), *N* iaitu 30,50 dan 100.
ii. Tiga jenis saiz sampel (tahap-1), *n* iaitu 5, 10, dan 30.
iii. Tiga jenis korelasi antara kelas, ρ iaitu 0.13, 0.2 dan 0.3.

Oleh itu terdapat 3 x 3 x 3 = 27 keadaan. Bagi setiap keadaan, sebanyak 1000 set data tersimulasi dijanakan dengan andaian taburan reja adalah normal. Berdasarkan kajian simulasi oleh Hox dan Maas (2005; 2004; 2002), model regresi multitahap mengandaikan pemboleh-

pemboleh ubah penerang adalah tetap, oleh itu set nilai X dan Z dijanakan daripada taburan normal piawai bagi memenuhi syarat keadaan simulasi. Bagi saiz sampel yang besar, nilai-nilai ini akan diulang. Ini bagi memastikan bagi semua keadaan simulasi, taburan bercantum X dan Z adalah sama. Pemilihan bilangan kelompok, iaitu 30, 50 dan 100 dipilih supaya jumlah tertinggi adalah mencukupi bagi melakukan simulasi. Bilangan 50 selalunya digunakan dalam penyelidikan organisasi dan sekolah. Hox dan Maas juga menyatakan, menurut Kreft dan De Leeuw (1998), 30 adalah bilangan kecil yang paling minimum. Begitu juga dengan pemilihan bilangan unit tahap-1, yang mana pemilihan dibuat supaya jumlah tertinggi bagi melakukan simulasi adalah mencukupi. Bilangan 5 dipilih kerana jumlah ini sering digunakan dalam kajian kekeluargaan dan kajian longitud. Manakala 30 pula sering digunakan dalam kajian pendidikan.

Nilai pintasan adalah 1.00 dan 0.30 bagi semua kecerunan. Varians tahap 1 adalah 0.50. Nilai varians tahap 2 pula dipilih berdasarkan kepada nilai korelasi antara kelas, ρ. Nilai ρ yang tidak sifar menunjukkan kehadiran variasi pemboleh ubah sambutan pada tahap kelompok.

Hox dan Maas (2004) menyatakan, menurut Kish (1965), secara amnya nilai korelasi antara kelas bergantung kepada kesan reka bentuk yang menentukan berapa banyak ralat piawai berada di bawah jangkaan. Antara syarat-syarat membolehkan sesuatu data itu digunakan dalam analisis multitahap, nilai ρ yang diperlukan mestilah memenuhi syarat iaitu nilai kesan reka bentuk, d, adalah lebih besar atau sama dengan 2.0. Nilai kesan reka bentuk diberi oleh:

$$d = 1 + (n_c - 1)\rho \geq 2.0 \tag{6}$$

dengan n_c adalah purata saiz kelompok.

Oleh itu, pemilihan nilai ρ perlulah menepati syarat supaya nilai kesan reka bentuk melebihi 2.0. Dalam kajian ini, nilai n_c terkecil adalah 5, maka nilai ρ mestilah melebihi 0.125. Dengan itu, nilai ρ bersamaan dengan 0.13, 0.2 dan 0.3 dipilih. Perbezaan nilai ρ ini menunjukkan taburan varians yang berbeza antara tahap. Nilai ρ = 0.13 mewakili korelasi yang rendah, 0.2 sederhana, manakala 0.3 tinggi. Maka bagi ρ = 0.13, nilai $\sigma^2_{\mu 0}$ adalah 0.0747; ρ = 0.2, nilai $\sigma^2_{\mu 0}$ adalah 0.125 dan ρ = 0.3, nilai $\sigma^2_{\mu 0}$ adalah 0.2143.

Hox dan Maas (2004) juga menyatakan bahawa kajian Busing (1993) menunjukkan pola dan saiz bagi varians pintasan, $\sigma^2_{\mu 0}$ dan varians kecerunan, $\sigma^2_{\mu 1}$ adalah sama. Untuk memudahkan simulasi model, kovarians antara $\sigma^2_{\mu 0}$ dan $\sigma^2_{\mu 1}$ ditetapkan sebagai sifar ($\sigma_{\mu 01} = 0$). σ^2_{e0} pula ditetapkan sebagai 0.5.

2.3. *Kepincangan*

Dalam kajian ini, peratus kepincangan relatif digunakan. Ia adalah satu ukuran relatif yang memberikan perbandingan yang saksama antara parameter-parameter yang berbeza magnitud. Peratus kepincangan relatif diberikan oleh:

$$\text{Kepincangan relatif (\%)} = \left(\hat{\theta}/\theta\right) x100\% \tag{7}$$

Kepincangan relatif yang menghampiri nilai satu menunjukkan bahawa nilai anggaran yang diperoleh adalah lebih baik, berbanding dengan kepincangan yang jauh tersasar daripada nilai satu.

3. Analisis

Secara keseluruhan analisis, didapati anggaran parameter-parameter tetap dan rawak adalah pincang. Korelasi antara kelas yang tinggi memberikan pincang yang lebih kecil *N* yang besar pula memberikan pincang yang lebih kecil. Manakala korelasi yang tinggi dengan *N* yang besar memberikan pincang yang lebih kecil.

3.1 *Pincang relatif bagi parameter tetap*

Daripada Jadual 1, didapati kebanyakan nilai pincang relatif menghampiri satu. Nilai $\rho = 0.13$, pincang relatif bagi $N = 30$ dan $n = 5$ tidak diperoleh kerana penganggaran tidak dapat dilakukan oleh perisian kerana menghasilkan nilai varians yang negatif. Jika dilihat, nilai $\rho = 0.13$, pincang relatif yang jauh daripada 1 adalah pada $N = 50$ dan $n = 5$. Manakala bagi ρ= 0.2 dan 0.3, pincang relatif jauh daripada 1 adalah pada $N = 30$ dan $n = 5$. Perbandingan ketiga-tiga jenis *N*, mendapati $N = 30$ mempunyai min relatif pincang yang jauh daripada1 (0.05% sisihan) manakala $N = 100$ mempunyai min relatif pincang yang hampir dengan 1 (0.006% sisihan). Secara keseluruhan, boleh dikatakan anggaran parameter tetap bagi ketiga-tiga jenis *N* adalah pincang. Namun anggaran parameter terbaik bagi ketiga-tiga jenis korelasi antara kelas adalah pada $N = 30$ dan $n = 10$.

Jadual 1: Pincang relatif bagi parameter tetap

N	*n*	0.13	% sisihan	0.2	% sisihan	0.3	% sisihan
30	5			1.1298	-0.1298	1.1311	-0.1311
	10	0.9924	0.0076	1.0065	-0.0065	1.0314	-0.0314
	30	0.9719	0.0281	1.0479	-0.0479	1.0594	-0.0594
50	5	0.9240	0.0760	0.9309	0.0691	0.9466	0.0534
	10	1.0302	-0.0302	1.0470	-0.0470	1.0723	-0.0722
	30	0.9591	0.0409	0.9474	0.0526	0.9319	0.0681
100	5	1.0363	-0.0362	1.0271	-0.0271	1.0167	-0.0167
	10	1.0167	-0.0167	1.0648	-0.0648	1.0420	-0.0420
	30	0.9598	0.0402	0.9503	0.0497	0.9388	0.0613

Jadual 2: Pincang relatif bagi parameter rawak tahap 2

N	*n*	0.13	% sisihan	0.2	% sisihan	0.3	% sisihan
30	5			1.0720	-0.0720	1.1707	-0.1707
	10	1.0241	-0.0241	1.0480	-0.0480	1.0849	-0.0849
	30	1.4123	-0.4123	1.3800	-0.3800	1.3462	-0.3462
50	5	1.7068	-0.7068	1.5080	-0.5080	1.3836	-0.3836
	10	1.0910	-0.0910	1.1040	-0.1040	1.1176	-0.1176
	30	1.1178	-0.1178	1.0880	-0.0880	1.0663	-0.0663
100	5	1.1780	-0.1780	1.1320	-0.1320	1.1246	-0.1246
	10	0.8701	0.1299	0.9440	0.0560	0.9589	0.0411
	30	1.0375	-0.0375	1.0400	-0.0400	1.0383	-0.0383

3.2 *Pincang relatif bagi parameter rawak tahap 2*

Daripada Jadual 2, didapati nilai ρ = 0.13 mempunyai nilai pincang relatif terbesar, iaitu 1.7068, pada N = 50 dan n = 5. Pada keadaan ini juga, pincang relatif adalah tinggi bagi ρ = 0.2 dan ρ =0.3. Bagi ketiga-tiga nilai *N, N* = 50 mempunyai min relatif pincang yang jauh daripada1 (0.243% sisihan), manakala N = 100 mempunyai min relatif pincang yang paling hampir dengan 1 (0.036% sisihan). Secara keseluruhan, didapati anggaran parameter rawak bagi ketiga-tiga jenis N adalah pincang. Namun anggaran parameter terbaik bagi ketiga-tiga jenis korelasi antara kelas adalah pada N =100 dan n = 30, namun bagi N = 30 dan n = 10, pincang paling kecil adalah pada ρ = 0.13.

3.3 *Pincang relatif bagi parameter rawak tahap 1*

Daripada Jadual 3, didapati nilai ρ = 0.3 mempunyai nilai pincang relatif terbesar, iaitu 0.8338 iaitu pada N = 30 dan n = 5. Pada N = 50 dan n = 5 pula, pincang relatif bagi ketiga-tiga korelasi antara kelas adalah rendah (antara 0.004-0.012% sisihan). N = 100 mempunyai relatif pincang yang jauh daripada1 (0.063% sisihan) manakala N = 30 mempunyai relatif pincang yang paling hampir dengan 1 (0.021% sisihan). Secara keseluruhan, didapati anggaran parameter rawak bagi ketiga-tiga nilai N adalah pincang. Namun anggaran parameter terbaik bagi ketiga-tiga jenis korelasi antara kelas pada nilai N = 50 dan n = 5.

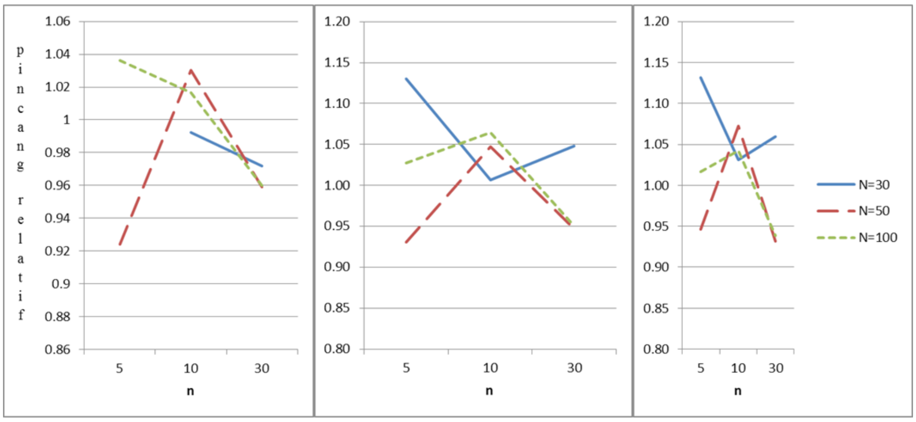
4. Pengaruh korelasi antara kelas ke atas anggaran parameter

Rajah 1 menunjukkan bahawa pincang relatif bagi N =100 adalah lebih hampir atau berada di sekitar nilai 1 manakala N = 30 menunjukkan sisihan pincang relatif yang agak besar daripada nilai 1. Walau bagaimanapun, bagi N = 50, sisihan pincang relatifnya adalah tidak jauh beza dengan N =100. Anggaran parameter tetap ($\beta_{00}, \beta_{10}, \beta_{01}$ dan β_{11}) adalah paling baik apabila nilai ρ adalah 0.2 pada N = 30, n = 10. Min sisihan juga didapati paling kecil bagi ρ = 0.2 dan juga bagi N = 100. Kesimpulannya, anggaran parameter dengan saiz kelompok 50 adalah agak baik.

Manakala, bagi parameter rawak tahap 2 (μ_{0j} dan μ_{1j}) pula, anggaran parameter adalah paling baik apabila nilai ρ adalah 0.13 pada N = 30, n = 10. Namun min sisihan pincang adalah paling kecil bagi ρ = 0.3 dan juga bagi N = 100. Rajah 2 menunjukkan pincang relatif bagi N =100 adalah lebih hampir atau berada di sekitar nilai 1 memberi gambaran anggaran parameter adalah lebih baik, manakala N = 50 menunjukkan sisihan pincang relatif yang agak besar daripada nilai 1.

Jadual 3: Pincang relatif bagi parameter rawak tahap 1

N	*N*	0.13	% sisihan	0.2	% sisihan	0.3	% sisihan
	5			0.9620	0.0380	0.8338	0.1662
30	10	1.0740	-0.0740	1.0700	-0.0700	1.0660	-0.0660
	30	1.0620	-0.0620	1.0620	-0.0620	1.0600	-0.0600
	5	1.0100	-0.0100	1.0040	-0.0040	0.9880	0.0120
50	10	1.0620	-0.0620	1.0600	-0.0600	1.0580	-0.0580
	30	1.0520	-0.0520	1.0500	-0.0500	1.0500	-0.0500
	5	1.0480	-0.0480	1.0480	-0.0480	1.0380	-0.0380
100	10	1.1160	-0.1160	1.0800	-0.0800	1.1080	-0.1080
	30	1.0420	-0.0420	1.0420	-0.0420	1.0420	-0.0420

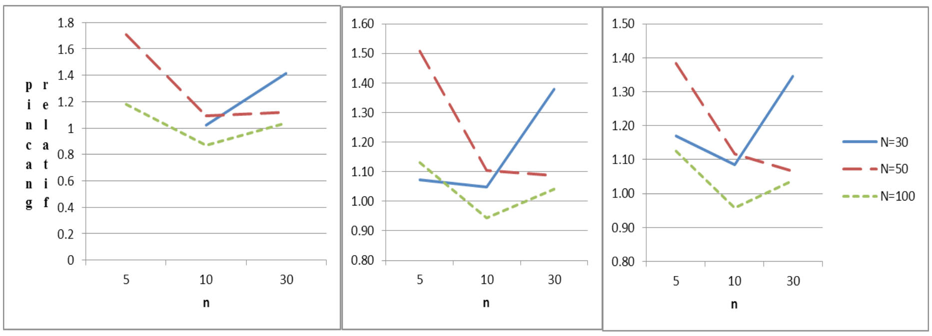


(ρ=0.13) (ρ=0.2) (ρ=0. 3)

Rajah 1: Pincang relatif bagi parameter tetap

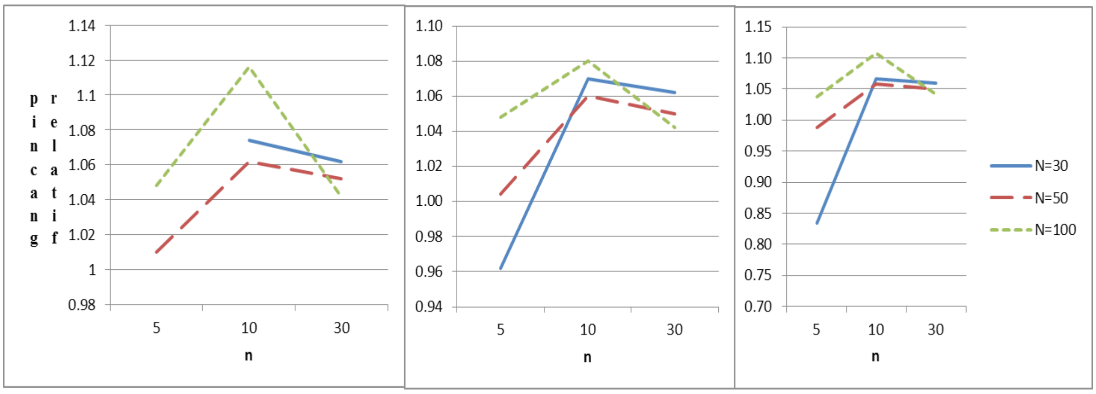
Bagi anggaran parameter rawak tahap 1 (σ^2_{e0}) pula, ρ = 0.2 memberikan pincang relatif paling kecil pada N = 50, n = 5. Min sisihan juga didapati paling kecil bagi ρ = 0.2 dan bagi N = 100. Rajah 3 menunjukkan pincang relatif bagi N = 100 adalah lebih hampir atau berada di sekitar nilai 1, manakala N =30 menunjukkan sisihan pincang relatif yang agak besar daripada nilai 1. Namun N = 50 walaupun dilihat agak besar sisihannya, kita masih boleh mengatakan anggaran parameter dengan saiz kelompok 50 adalah agak baik.

Daripada Rajah 4, kita dapat melihat pincang relatif bagi semua parameter tetap dan rawak mengikut korelasi antara kelas dengan ρ = 0.2 memberi sisihan yang agak kecil berbanding ρ = 0.13 dan ρ = 0.3. Namun ρ = 0.13 jelas menunjukkan sisihan yang agak besar ke atas pincang relatif. Bagi parameter tetap, sisihan dilihat agak setara (berada di sekitar nilai 1) bagi ketiga-tiga korelasi antara kelas, dan agak jauh daripada nilai 1 (juga bagi ketiga-tiga korelasi) bagi parameter rawak tahap 2. Akan tetapi nilai sisihan kembali berada di sekitar nilai 1 bagi ketiga-tiga korelasi untuk parameter rawak tahap 1. Ini jelas menunjukkan korelasi antara kelas adalah variasi yang disumbangkan antara setiap tahap. Maka, boleh disimpulkan bagi nilai korelasi antara kelas yang rendah, sisihan pincang relatif bagi parameter rawak tahap 2 adalah besar dan memberi gambaran bahawa anggaran parameter rawak tahap 2 adalah tidak bagus.



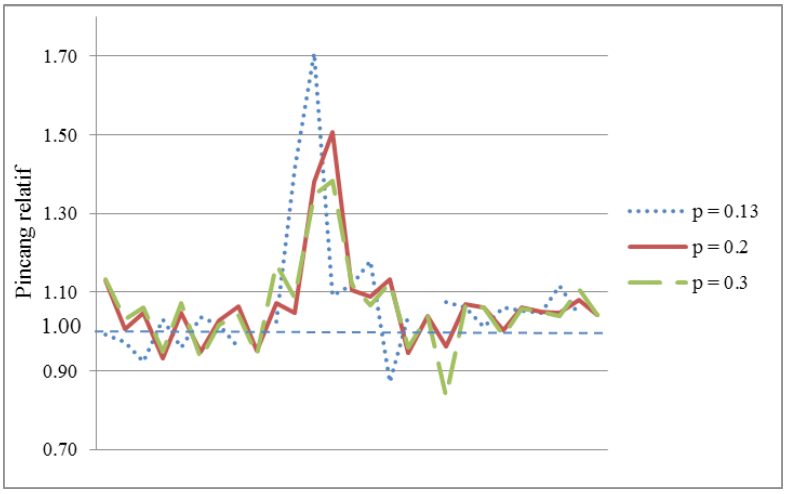
(ρ =0.13) (ρ =0.2) (ρ =0. 3)

Rajah 2: Pincang relatif bagi parameter rawak tahap 2

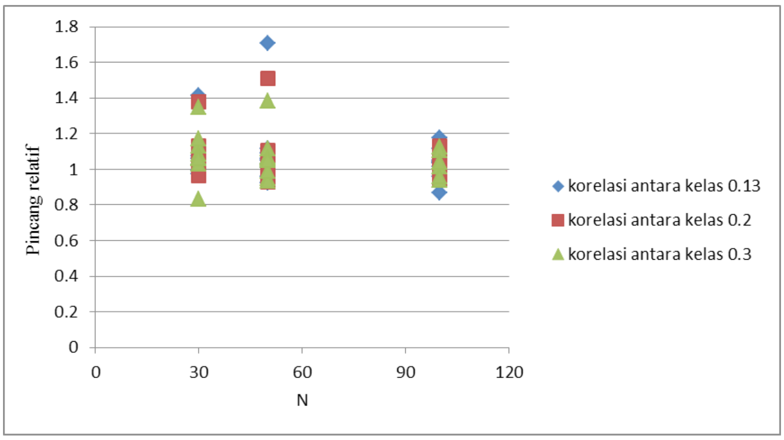


(ρ =0.13) (ρ =0.2) (ρ =0. 3)

Rajah 3: Pincang relatif bagi parameter rawak tahap 1



Rajah 4: Pincang relatif bagi semua parameter mengikut korelasi antara kelas



Rajah 5: Pincang relatif bagi semua parameter berdasarkan pasangan korelasi antara kelas dengan N

Secara keseluruhannya daripada Rajah 5, boleh disimpulkan bahawa ketiga-tiga korelasi antara kelas paling sesuai digunakan ke atas bilangan saiz tahap 2 iaitu *N* bersamaan 100. Bagi kelompok bersaiz 50, sisihan pincang relatif juga didapati lebih menghampiri 1 (hanya 3 bacaan agak jauh daripada1). Ini menunjukkan korelasi antara kelas memberi kesan yang baik apabila saiz *N* adalah melebihi 50.

Sebagai kesimpulan, apabila saiz kelompok adalah kecil, nilai korelasi antara kelas haruslah dipilih dengan sewajarnya, supaya anggaran parameter adalah lebih baik. Anggaran parameter yang baik adalah anggaran yang mempunyai nilai pincang sifar atau kecil. Walau bagaimanapun kajian ini tidak memberikan hasil anggaran yang lebih baik berbanding kajian Maas dan Hox (2004), yang mempunyai secara puratanya sisihan pincang relatif yang sangat kecil. Interaksi korelasi antara kelas dengan saiz kelompok, *N* dan saiz sampel, *n* menunjukkan perbezaan yang kecil dan kurang daripada 0.01. Walaupun reka bentuk simulasi yang digunakan berbeza dengan reka bentuk simulasi dalam kajian ini, namun secara keseluruhannya, keadaan simulasi adalah hampir sama iaitu pemilihan *N* adalah tidak melebihi 100, *n* tidak melebihi 50 dan korelasi antara kelas tidak melebihi 0.3. Tambahan pula, kaedah penganggaran yang digunakan pula adalah RIGLS (*Restricted Iterative Generalised Square*) yang merupakan satu pendekatan kaedah kebolehjadian maksimum. Walaupun digunakan sebagai kaedah penganggar, namun ia tidak bermakna hasil yang diperoleh sepatutnya lebih baik daripada penggunaan penganggar kebolehjadian maksimum. Kajian ini memberikan hasil yang agak kurang baik berbanding kajian Maas dan Hox mungkin disebabkan RIGLS lebih sesuai digunakan bagi reka bentuk simulasi yang tertentu.

Rujukan

Browne W.J. 1998. Applying MCMC Methods to Multi-level Models. PhD Thesis. University of Bath, United Kingdom.

Goldstein H. 1995. *Multilevel Statistical Models*. Ed. ke-2. Institute of Education, University of London.

Goldstein H. 1986. Multilevel mixed linear model analysis using iterative generalized least squares. *Biometrika* **73**: 43-56.

Maas C.J.M. & Hox J.J. 2002. Sample sizes for multilevel modeling. Dlm. Blasius J., Hox J., de Leeuw E. & Schmidt P. (eds.) 2002. Social Science Methodology in the New Millennium. Proceedings of the Fifth International Conference on Logic and Methodology. Second expanded edition. Opladen, RG: Leske + Budrich Verlag (CD-ROM).

Maas C.J.M. & Hox J.J. 2004. Robustness issues in multilevel regression analysis. *Statistica Neerlandica* **58**: 127-137.

Maas C.J.M. & Hox J.J. 2004. The influence of violations of assumptions on multilevel parameter estimates and their standard errors. *Computational Statistics & Data Analysis* **46**: 427-440.

Maas C.J.M. & Hox J.J. 2005. Sufficient Sample Sizes for Multilevel Modeling. *Methodology: European Journal of Research Methods for the Behavioral and Social Sciences* **1**: 85-91.

Rashbash J., Browne W., Healy M., Cameron B. & Charlton C. 2000. *Mlwin* [Computer software]. London.

Pusat Pengajian Sains Matematik
Fakulti Sains dan Teknologi
Universiti Kebangsaan Malaysia
43600 UKM Bangi
Selangor DE, MALAYSIA
*Mel-e: norraida@iium.edu.my, nrms@ukm.my**

*Penulis untuk dihubungi