

**KAEDAH ALEXANDER-GOVERN MENGGUNAKAN
PENGANGGAR TEGUH DENGAN PENDEKATAN
PANGKASAN DATA: KAJIAN SIMULASI**

SUHaida ABDULLAH

**DOKTOR FALSAFAH
UNIVERSITI UTARA MALAYSIA
2011**



Awang Had Salleh Graduate School of Arts and Sciences

UUM CAS

Engaging Minds for a Better Tomorrow

PERAKUAN KERJA TESIS / DISERTASI
(*Certification of thesis / dissertation*)

Kami, yang bertandatangan, memperakukan bahawa
(*We, the undersigned, certify that*)

SUHaida ABDULLAH

calon untuk Ijazah
(*candidate for the degree of*)

PhD

telah mengemukakan tesis / disertasi yang bertajuk:
(*has presented his/her thesis / dissertation of the following title:*)

**"KAEDAH ALEXANDER-GOVERN MENGGUNAKAN PENGANGGAR TEGUH DENGAN
PENDEKATAN PANGKASAN DATA: KAJIAN SIMULASI"**

seperti yang tercatat di muka surat tajuk dan kulit tesis / disertasi.
(*as it appears on the title page and front cover of the thesis / dissertation*).

Bahawa tesis/disertasi tersebut boleh diterima dari segi bentuk serta kandungan dan meliputi bidang ilmu dengan memuaskan, sebagaimana yang ditunjukkan oleh calon dalam ujian lisan yang diadakan pada : **14 September 2011**.

That the said thesis/dissertation is acceptable in form and content and displays a satisfactory knowledge of the field of study as demonstrated by the candidate through an oral examination held on:
September 14, 2011.

Pengerusi Viva:
(*Chairman for VIVA*)

Assoc. Prof. Dr. Huda Hj Ibrahim

Tandatangan
(*Signature*)

Pemeriksa Luar:
(*External Examiner*)

Prof. Dr. Abu Hassan Shaari Mohd Nor

Tandatangan
(*Signature*)

Pemeriksa Luar:
(*External Examiner*)

Assoc. Prof. Dr. Mahendran Shitan

Tandatangan
(*Signature*)

Nama Penyelia/Penyelia-penyelia:
(*Name of Supervisor/Supervisors*)

Assoc. Prof. Dr. Sharipah Soaad Syed Yahaya

Tandatangan
(*Signature*)

Nama Penyelia/Penyelia-penyelia:
(*Name of Supervisor/Supervisors*)

Assoc. Prof. Dr. Abdul Rahman Othman

Tandatangan
(*Signature*)

Tarikh:

(*Date*) **September 14, 2011**

KEBENARAN PENGGUNAAN

Dalam membentangkan tesis ini sebagai memenuhi sebahagian keperluan untuk pengijazahan doktor falsafah dari Universiti Utara Malaysia, saya bersetuju bahawa Perpustakaan Universiti boleh menjadikan tesis ini dicapai secara bebas sebagai rujukan. Saya juga bersetuju memberi kebenaran untuk menyalin tesis ini dalam apa-apa cara, secara keseluruhan atau sebahagiannya, bagi tujuan ilmiah dengan kebenaran penyelia saya atau, dalam ketiadaan mereka oleh Dekan Pusat Pengajian Siswazah. Difahamkan bahawa mana-mana penyalinan atau penerbitan atau penggunaan tesis ini atau bahagian-bahagiannya untuk keuntungan kewangan tidak dibenarkan tanpa kebenaran bertulis saya. Ia juga difahami bahawa pengiktirafan yang sewajarnya hendaklah diberikan kepada saya dan Universiti Utara Malaysia untuk sebarang penggunaan ilmiah yang dibuat daripada bahan di dalam tesis saya.

Permintaan untuk kebenaran menyalin atau menggunakan bahan-bahan yang lain dalam tesis ini, secara keseluruhan atau sebahagian, hendaklah dialamatkan kepada

Dekan Pusat Pengajian Siswazah Awang Had Salleh

UUM College of Arts and Sciences

Universiti Utara Malaysia

06010 UUM Sintok

ABSTRACT

Alexander-Govern method enables equality test of central tendency measures when the problem of heterogeneous variances arises. However, this method distorts under non-normal data. This shortcoming is caused by the use of mean as the central tendency measure, which is non robust to the non-normal data. Under this condition, substituting the usual mean with robust estimators, namely adaptive trimmed mean and modified one step M estimator (MOM) apparently contribute to good control of Type I Error rates and improve the power of Alexander-Govern test. Both of these robust estimators used the technique of data trimming, yet with different approaches. Adaptive trimmed mean removes data based on a predetermined percentage of trimming and the trimming is done after the distributional shape of the data has been identified. The percentages of trimming used in this study encompassed the 10%, 15%, 20% and 25%. In contrast, the MOM estimator uses the technique of trimming data empirically. Empirical data trimming in this study emphasized on the trimming mechanism using three scale estimators, namely MAD_n , S_n and T_n . The new Alexander-Govern method is categorized as AH (Alexander-Govern method with adaptive trimmed mean) and AM (Alexander-Govern method with MOM estimator). AH method consists of $AH10$, $AH15$, $AH20$ and $AH25$ which are AH with trimming percentage of 10%, 15%, 20% and 25% respectively. While AM method comprises of AMM , AMS and AMT which denotes the integration of each of the scale estimators, MAD_n , S_n and T_n respectively in Alexander-Govern method. These new methods were assessed at certain conditions ranging from ideal to extreme. Evidently, the method of AH with 15% trimming is robust for all the conditions, with most of them are robust under liberal criterion. However, this method has low power in regards to heavy-tailed distribution. The performances of all the AM methods are however comparable to each other based on their ability to control Type I Error rates and the power of the tests which are almost the same for all the scale estimators used. Even though AM methods failed to control Type I error rates under heavy tailed distribution, nonetheless, the AM methods are very robust under skewed distribution where in most cases these methods meet the stringent robust criteria and high in power. All the new Alexander-Govern methods also show comparable performances with the original Alexander-Govern and the classical method under ideal conditions.

Keywords: adaptive trimmed mean, MOM estimator, Type I Error, power of test

PENGHARGAAN

Dengan nama Allah yang maha pemurah lagi maha pengasih, segala puji-puji bagi Allah S.W.T kerana dengan limpah kurniaNya, saya berhasil menyiapkan tesis pengajian doktor falsafah ini dengan jayanya. Selawat dan salam ke atas junjungan besar nabi Muhammad S.A.W, penghulu manusia sejagat yang mewariskan kitab suci Al-Quranul karim sebagai panduan kehidupan hingga hari akhirat. Di dalam nukilan ini, ingin saya mengabadikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang tiada tolok bandingnya kepada insan-insan yang telah menghulurkan bantuan secara langsung dan tidak langsung sehingga terhasilnya tesis ini.

Terutama sekali kepada Profesor Madya Dr. Sharipah Soaad Syed Yahaya, kehadirannya sebagai penyelia seolah-olah cahaya yang menyuluh tatkala kegelapan. Bertindak bukan sekadar penyelia, tetapi lebih kepada seorang kakak yang sentiasa memberi dorongan, kritikan membina, bantuan dan sentiasa sedia berkongsi masalah. Tanpa beliau belum tentu tesis ini mampu dihasilkan. Tidak ketinggalan juga penyelia bersama iaitu Profesor Dr. Abdul Rahman Othman yang tidak pernah lokek berkongsi ilmu. Sesungguhnya segala tunjuk ajar, buah fikiran, kritikan, bimbingan dan panduan yang diberikan akan tetap dikenang dan menjadi pedoman untuk saya terus mengharungi kehidupan sebagai seorang ahli akademik.

Kepada rakan-rakan seperjuangan, Hazlina, Mas, Ayu, Aishah, Nazrina, Nazihah, Yati dan semua rakan sekerja di Pusat Pengajian Sains Kuantitatif, UUM, sokongan dan doa yang diberikan pasti akan dikenang buat selama-lamanya.

Seterusnya, teristimewa untuk suami tercinta, Mohd. Fikri Ahmad, kehadirannya di sisi tatkala susah dan senang merupakan anugerah yang sangat bernilai untuk saya meneruskan perjuangan ini hingga ke akhirnya. Begitu juga buat puteri tersayang, Khairunnisa Mohd. Fikri yang terpaksa memahami rutin ibunya meskipun baru setahun jagung. Pengorbanan kalian amat besar ertinya dan kejayaan ini merupakan kejayaan kita sekeluarga.

Tidak ketinggalan keluarga di Bagan Serai, Perak, terima kasih kerana sering mendoakan kejayaan ini. Paling tidak dapat dilupakan buat almarhumah ibunda tercinta Jamaiah Abas, tiada kata yang dapat diungkapkan lagi, hanya doa yang dapat anakanda kirimkan. Meskipun kejayaan ini tidak sempat diraikan bersama-sama, namun segala pesanan tetap tersemat dalam ingatan. Semoga rohnya ditempatkan di kalangan orang-orang beriman.

Kepada Universiti Utara Malaysia dan Kementerian Pengajian Tinggi Malaysia, terima kasih kerana telah memberi peluang kepada saya dengan membiayai pengajian ini. Akhir kata saya ingin mengucapkan jutaan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat dalam penyiapan tesis ini.

KANDUNGAN

KEBENARAN PENGGUNAAN.....	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
PENGHARGAAN.....	v
KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	xi
SENARAI RAJAH.....	xiv
LAMPIRAN	xvii
SENARAI SINGKATAN	xvii
SENARAI PENERBITAN	xviii
BAB SATU	
LATAR BELAKANG	1
1.1 Pengenalan.....	1
1.2 Kaedah Alexander-Govern.....	3
1.3 Pernyataan Masalah.....	5
1.4 Penganggar Teguh.....	9
1.5 Objektif Kajian.....	10
1.6 Kepentingan Kajian.....	11
1.7 Penyajian Laporan Penyelidikan.....	12
BAB DUA	
SOROTAN KARYA	14
2.1 Pengenalan.....	14
2.2 Statistik Teguh.....	19
2.2.1 Definisi Statistik Teguh.....	19
2.2.2 Ralat Jenis I.....	21
2.2.3 Kuasa Ujian.....	22
2.2.3.1 Indeks Saiz Kesan Bagi Dua Kumpulan.....	24
2.2.3.2 Indeks Saiz Kesan Bagi Kes Melebihi Dua Kumpulan.....	24
2.3 Prosedur Kaedah Alexander-Govern.....	27
2.4 Titik Kerosakan.....	29
2.5 Fungsi Pengaruh.....	32
2.6 Penganggar Lokasi Teguh.....	34
2.6.1 Min Terpangkas Suai.....	35
2.6.2 Penganggar M Satu Langkah Terubah Suai (MOM).....	39
2.6.2.1 Ralat Piawai Butstrap Bagi Penganggar MOM	41
2.6.2.2 Penganggar Skala MAD_n	42
2.6.2.3 Penganggar Skala S_n	43
2.6.2.4 Penganggar Skala T_n	44

2.7	Kaedah Alexander-Govern Terubahsuai	45
2.7.1	Kaedah Alexander-Govern Dengan Min Terpangkas Suai	45
2.7.2	Kaedah Alexander-Govern Dengan Penganggar <i>MOM</i>	48
2.7.2.1	Penganggar <i>MOM</i> dengan MAD_n	52
2.7.2.2	Penganggar <i>MOM</i> dengan S_n	52
2.7.2.3	Penganggar <i>MOM</i> dengan T_n	53
BAB TIGA	METODOLOGI	55
3.1	Pengenalan	55
3.2	Pengubahsuaian Kaedah Alexander-Govern	56
3.3	Aplikasi Pemboleh Ubah	60
3.3.1	Jenis Taburan	61
3.3.2	Bilangan Kumpulan (J)	61
3.3.3	Saiz Sampel (N)	62
3.3.4	Darjah Keheterogenan Varians	63
3.3.5	Pasangan Saiz Sampel Tidak Seimbang Dan Varians Heterogen	63
3.4	Spesifikasi Rekabentuk	64
3.5	Penjanaan Data	68
3.6	Selang Kadar Ralat Jenis I Sebagai Kriteria Teguh	71
3.7	Tetapan Nilai Sukatan Memusat Untuk Analisis Kuasa Ujian	72
3.7.1	Dua Kumpulan	73
3.7.1.1	Kes $\sigma_1 = \sigma_2, N_1 = N_2$	74
3.7.1.2	Kes $\sigma_1 \neq \sigma_2, N_1 = N_2$	74
3.7.1.3	Kes $\sigma_1 = \sigma_2, N_1 \neq N_2$	75
3.7.1.4	Kes $\sigma_1 \neq \sigma_2, N_1 \neq N_2$	76
3.7.2	Empat Dan Enam Kumpulan	78
BAB EMPAT	DAPATAN KAJIAN KAEDAH ALEXANDER-GOVERN DENGAN MIN TERPANGKAS SUAI	80
4.1	Pengenalan	80
4.2	Kadar Ralat Jenis I	81
4.2.1	Taburan $g = 0$ dan $h = 0$	82
4.2.1.1	Dua Kumpulan ($J = 2$)	82
4.2.1.2	Empat Kumpulan ($J = 4$)	83
4.2.1.3	Enam Kumpulan ($J = 6$)	85
4.2.2	Taburan $g = 0, h = 0.5$	87
4.2.2.1	Dua Kumpulan ($J = 2$)	87
4.2.2.2	Empat Kumpulan ($J = 4$)	88
4.2.2.3	Enam Kumpulan ($J = 6$)	90
4.2.3	Taburan $g = 0.5, h = 0$	91
4.2.3.1	Dua Kumpulan ($J = 2$)	92
4.2.3.2	Empat Kumpulan ($J = 4$)	93
4.2.3.3	Enam Kumpulan ($J = 6$)	94
4.2.4	Taburan $g = 0.5, h = 0.5$	96
4.2.4.1	Dua Kumpulan ($J = 2$)	96
4.2.4.2	Empat Kumpulan ($J = 4$)	97

4.2.4.3	Enam Kumpulan ($J = 6$).....	99
4.2.5	Kesimpulan Keputusan Kadar Ralat Jenis I.....	101
4.3	Kuasa Ujian.....	102
4.3.1	Taburan $g = 0$ dan $h = 0$	104
4.3.1.1	Dua Kumpulan ($J = 2$).....	105
4.3.1.2	Empat Kumpulan ($J = 4$).....	107
4.3.1.3	Enam Kumpulan ($J = 6$).....	109
4.3.2	Taburan $g = 0$ dan $h = 0.5$	112
4.3.2.1	Dua Kumpulan ($J = 2$).....	113
4.3.2.2	Empat Kumpulan ($J = 4$).....	115
4.3.2.3	Enam Kumpulan ($J = 6$).....	118
4.3.3	Taburan $g = 0.5$ dan $h = 0$	121
4.3.3.1	Dua Kumpulan ($J = 2$).....	121
4.3.3.2	Empat Kumpulan ($J = 4$).....	124
4.3.3.3	Enam Kumpulan ($J = 6$).....	127
4.3.4	Taburan $g = 0.5$ dan $h = 0.5$	130
4.3.4.1	Dua Kumpulan ($J = 2$).....	130
4.3.4.2	Empat Kumpulan ($J = 4$).....	132
4.3.4.3	Enam Kumpulan ($J = 6$).....	134
4.4	Kesimpulan Dapatan Kajian.....	137

BAB LIMA DAPATAN KAJIAN KAEDAH ALEXANDER-GOVERN DENGAN PENGANGGAR M SATU LANGKAH TERUBAH SUAI (MOM)..... 139

5.1	Pengenalan.....	139
5.2	Kadar Ralat Jenis I.....	141
5.2.1	Taburan $g = 0$ dan $h = 0$	142
5.2.1.1	Dua Kumpulan ($J = 2$).....	142
5.2.1.2	Empat Kumpulan ($J = 4$).....	143
5.2.1.3	Enam Kumpulan ($J = 6$).....	145
5.2.2	Taburan $g = 0$ dan $h = 0.5$	146
5.2.2.1	Dua Kumpulan ($J = 2$).....	146
5.2.2.2	Empat Kumpulan ($J = 4$).....	147
5.2.2.3	Enam Kumpulan ($J = 6$).....	149
5.2.3	Taburan $g = 0.5$ dan $h = 0$	150
5.2.3.1	Dua Kumpulan ($J = 2$).....	150
5.2.3.2	Empat Kumpulan ($J = 4$).....	151
5.2.3.3	Enam Kumpulan ($J = 6$).....	153
5.2.4	Taburan $g = 0.5$ dan $h = 0.5$	154
5.2.4.1	Dua Kumpulan ($J = 2$).....	155
5.2.4.2	Empat Kumpulan ($J = 4$).....	156
5.2.4.3	Enam Kumpulan ($J = 6$).....	157
5.2.5	Kesimpulan Keputusan Kadar Ralat Jenis I.....	158
5.3	Kuasa Ujian.....	159
5.3.1	Taburan $g = 0$ dan $h = 0$	161
5.3.1.1	Dua Kumpulan ($J = 2$).....	161
5.3.1.2	Empat Kumpulan ($J = 4$).....	164
5.3.1.3	Enam Kumpulan ($J = 6$).....	167
5.3.2	Taburan $g = 0.5$ dan $h = 0$	170
5.3.2.1	Dua Kumpulan ($J = 2$).....	170

5.3.2.2	Empat Kumpulan ($J = 4$).....	173
5.3.2.3	Enam Kumpulan ($J = 6$).....	176
5.4	Kesimpulan Dapatan Kajian.....	179
BAB ENAM	PERBINCANGAN DAN KESIMPULAN.....	181
6.1	Pengenalan.....	181
6.2	Kaedah <i>AH</i> dan Kaedah <i>AM</i>	187
6.2.1	Kes Dua Kumpulan.....	189
6.2.2	Kes Empat Dan Enam Kumpulan.....	191
6.3	Implikasi Dan Kesimpulan.....	194
6.4	Cadangan Dan Kajian Lanjut.....	196
RUJUKAN		201

SENARAI JADUAL

Jadual 2.1	Bentuk perbezaan piawai bagi empat dan enam kumpulan	27
Jadual 3.1	Sebahagian sifat taburan $g-h$	61
Jadual 3.2	Keadaan yang digunakan di dalam kajian ini secara keseluruhan	65
Jadual 3.3	Spesifikasi rekabentuk pada keadaan dua kumpulan	65
Jadual 3.4	Spesifikasi rekabentuk pada keadaan empat kumpulan	66
Jadual 3.5	Spesifikasi rekabentuk pada keadaan enam kumpulan	66
Jadual 3.6	Singkatan yang mewakili setiap keadaan pasangan saiz sampel dan varians	67
Jadual 3.7	Parameter lokasi mengikut taburan	69
Jadual 3.8	Nilai sukatan memusat untuk keadaan $\sigma_1 = \sigma_2, n_1 = n_2$	74
Jadual 3.9	Nilai sukatan memusat untuk keadaan $\sigma_1 \neq \sigma_2, n_1 = n_2$	75
Jadual 3.10	Nilai sukatan memusat untuk keadaan $\sigma_1 \neq \sigma_2, n_1 \neq n_2$	77
Jadual 3.11	Nilai sukatan memusat setiap kumpulan mengikut nilai f	80
Jadual 4.1	Kadar Ralat Jenis I untuk kaedah Alexander-Govern ($AH10, AH15, AH20, AH25$ dan A) dan ujian- t ($J=2 ; g=0, h=0$)	84
Jadual 4.2	Kadar Ralat Jenis I untuk kaedah Alexander-Govern ($AH10, AH15, AH20, AH25$ dan A) dan ANOVA ($J=4 ; g=0, h=0$)	86
Jadual 4.3	Kadar Ralat Jenis I untuk kaedah Alexander-Govern ($AH10, AH15, AH20, AH25$ dan A) dan ANOVA ($J=6 ; g=0, h=0$)	87
Jadual 4.4	Kadar Ralat Jenis I untuk kaedah Alexander-Govern ($AH10, AH15, AH20, AH25$ dan A) dan ujian- t ($J=2 ; g=0, h=0.5$)	89

Jadual 4.5	Kadar Ralat Jenis I untuk kaedah Alexander-Govern (<i>AH10, AH15, AH20, AH25</i> dan <i>A</i>) dan <i>ANOVA</i> ($J=4 ; g=0, h=0.5$)	90
Jadual 4.6	Kadar Ralat Jenis I untuk kaedah Alexander-Govern (<i>AH10, AH15, AH20, AH25</i> dan <i>A</i>) dan <i>ANOVA</i> ($J=6 ; g=0, h=0.5$)	92
Jadual 4.7	Kadar Ralat Jenis I untuk kaedah Alexander-Govern (<i>AH10, AH15, AH20, AH25</i> dan <i>A</i>) dan ujian- <i>t</i> ($J=2 ; g=0.5, h=0$)	93
Jadual 4.8	Kadar Ralat Jenis I untuk kaedah Alexander-Govern (<i>AH10, AH15, AH20, AH25</i> dan <i>A</i>) dan <i>ANOVA</i> ($J=4 ; g=0.5, h=0$)	94
Jadual 4.9	Kadar Ralat Jenis I untuk kaedah Alexander-Govern (<i>AH10, AH15, AH20, AH25</i> dan <i>A</i>) dan <i>ANOVA</i> ($J=6 ; g=0.5, h=0$)	96
Jadual 4.10	Kadar Ralat Jenis I untuk kaedah Alexander-Govern (<i>AH10, AH15, AH20, AH25</i> dan <i>A</i>) dan ujian- <i>t</i> ($J=2 ; g=0.5, h=0.5$)	98
Jadual 4.11	Kadar Ralat Jenis I untuk kaedah Alexander-Govern (<i>AH10, AH15, AH20, AH25</i> dan <i>A</i>) dan <i>ANOVA</i> ($J=4 ; g=0.5, h=0.5$)	99
Jadual 4.12	Kadar Ralat Jenis I untuk kaedah Alexander-Govern <i>AH10, AH15, AH20, AH25</i> dan <i>A</i>) dan <i>ANOVA</i> ($J=6 ; g=0.5, h=0.5$)	101
Jadual 4.13	Ringkasan bilangan kondisi mengikut kuasa ujian yang dihasilkan oleh kaedah <i>AH</i> dan <i>A</i>	138
Jadual 5.1	Kadar Ralat Jenis I untuk kaedah Alexander-Govern (<i>AMM, AMS, AMT</i> dan <i>A</i>) dan ujian- <i>t</i> ($J=2 ; g=0, h=0$)	144
Jadual 5.2	Kadar Ralat Jenis I untuk kaedah Alexander-Govern (<i>AMM, AMS, AMT</i> dan <i>A</i>) dan <i>ANOVA</i> ($J=4 ; g=0, h=0$)	145
Jadual 5.3	Kadar Ralat Jenis I untuk kaedah Alexander-Govern (<i>AMM, AMS, AMT</i> dan <i>A</i>) dan <i>ANOVA</i> ($J=6 ; g=0, h=0$)	146
Jadual 5.4	Kadar Ralat Jenis I untuk kaedah Alexander-Govern (<i>AMM, AMS, AMT</i> dan <i>A</i>) dan ujian- <i>t</i> ($J=2 ; g=0, h=0.5$)	148
Jadual 5.5	Kadar Ralat Jenis I untuk kaedah Alexander-Govern (<i>AMM, AMS, AMT</i> dan <i>A</i>) dan <i>ANOVA</i> ($J=4 ; g=0, h=0.5$)	149

Jadual 5.6	Kadar Ralat Jenis I untuk kaedah Alexander-Govern (<i>AMM</i> , <i>AMS</i> , <i>AMT</i> dan <i>A</i>) dan <i>ANOVA</i> ($J=6$; $g=0$, $h=0.5$)	151
Jadual 5.7	Kadar Ralat Jenis I untuk kaedah Alexander-Govern (<i>AMM</i> , <i>AMS</i> , <i>AMT</i> dan <i>A</i>) dan ujian- <i>t</i> ($J=2$; $g=0.5$, $h=0$)	152
Jadual 5.8	Kadar Ralat Jenis I untuk kaedah Alexander-Govern (<i>AMM</i> , <i>AMS</i> , <i>AMT</i> dan <i>A</i>) dan <i>ANOVA</i> ($J=4$; $g=0.5$, $h=0$)	154
Jadual 5.9	Kadar Ralat Jenis I untuk kaedah Alexander-Govern (<i>AMM</i> , <i>AMS</i> , <i>AMT</i> dan <i>A</i>) dan <i>ANOVA</i> ($J=6$; $g=0.5$, $h=0$)	155
Jadual 5.10	Kadar Ralat Jenis I untuk kaedah Alexander-Govern (<i>AMM</i> , <i>AMS</i> , <i>AMT</i> dan <i>A</i>) dan ujian- <i>t</i> ($J=2$; $g=0.5$, $h=0.5$)	156
Jadual 5.11	Kadar Ralat Jenis I untuk kaedah Alexander-Govern (<i>AMM</i> , <i>AMS</i> , <i>AMT</i> dan <i>A</i>) dan <i>ANOVA</i> ($J=4$; $g=0.5$, $h=0.5$)	157
Jadual 5.12	Kadar Ralat Jenis I untuk kaedah Alexander-Govern (<i>AMM</i> , <i>AMS</i> , <i>AMT</i> dan <i>A</i>) dan <i>ANOVA</i> ($J=6$; $g=0.5$, $h=0.5$)	158
Jadual 5.13	Ringkasan bilangan keadaan mengikut kuasa ujian yang dihasilkan oleh kaedah <i>AM</i> dan <i>A</i>	181
Jadual 6.1	Keputusan keseluruhan kaedah yang tidak teguh dari segi kawalan Ralat Jenis I	189

SENARAI RAJAH

Rajah 3.1	Ringkasan pengubahsuaian kaedah Alexander-Govern	56
Rajah 3.2	Plot $Q-Q$ taburan khi kuasa dua bagi statistik ujian AMM untuk kes dua kumpulan	58
Rajah 3.3	Plot $Q-Q$ taburan khi kuasa dua bagi statistik ujian AMM untuk kes empat kumpulan	59
Rajah 3.4	Plot $Q-Q$ taburan khi kuasa dua bagi statistik ujian AMM untuk kes enam kumpulan	59
Rajah 4.1	Kuasa ujian kaedah AH dan A untuk kes dua kumpulan pada taburan $g = 0$ dan $h = 0$	107
Rajah 4.2	Kuasa ujian kaedah AH dan A untuk kes empat kumpulan pada taburan $g = 0$ dan $h = 0$	109
Rajah 4.3	Kuasa ujian kaedah AH dan A untuk kes enam kumpulan pada taburan $g = 0$ dan $h = 0$	112
Rajah 4.4	Kuasa ujian kaedah AH dan A untuk kes dua kumpulan pada taburan $g = 0$ dan $h = 0.5$	115
Rajah 4.5	Kuasa ujian kaedah AH dan A untuk kes empat kumpulan pada taburan $g = 0$ dan $h = 0.5$	118
Rajah 4.6	Kuasa ujian kaedah AH dan A untuk kes enam kumpulan pada taburan $g = 0$ dan $h = 0.5$	121
Rajah 4.7	Kuasa ujian kaedah AH dan A untuk kes dua kumpulan pada taburan $g = 0.5$ dan $h = 0$	123
Rajah 4.8	Kuasa ujian kaedah AH dan A untuk kes empat kumpulan pada taburan $g = 0.5$ dan $h = 0$	127
Rajah 4.9	Kuasa ujian kaedah AH dan A untuk kes enam kumpulan pada taburan $g = 0.5$ dan $h = 0$	129
Rajah 4.10	Kuasa ujian kaedah AH dan A untuk kes dua kumpulan pada taburan $g = 0.5$ dan $h = 0.5$	132
Rajah 4.11	Kuasa ujian kaedah AH dan A untuk kes empat kumpulan pada taburan $g = 0.5$ dan $h = 0.5$	134
Rajah 4.12	Kuasa ujian kaedah AH dan A untuk kes enam kumpulan pada taburan $g = 0.5$ dan $h = 0.5$	137
Rajah 5.1	Kuasa ujian kaedah AMM , AMS , AMT dibandingkan dengan	164

	kaedah A untuk dua kumpulan pada taburan $g = 0$ dan $h = 0$	
Rajah 5.2	Kuasa ujian kaedah AMM , AMS , AMT dibandingkan dengan kaedah A untuk empat kumpulan pada taburan $g = 0$ dan $h = 0$	167
Rajah 5.3	Kuasa ujian kaedah AMM , AMS , AMT dibandingkan dengan kaedah A untuk enam kumpulan pada taburan $g = 0$ dan $h = 0$	170
Rajah 5.4	Kuasa ujian kaedah AMM , AMS , AMT dibandingkan dengan kaedah A untuk dua kumpulan pada taburan $g = 0.5$ dan $h = 0$	173
Rajah 5.5	Kuasa ujian kaedah AMM , AMS , AMT dibandingkan dengan kaedah A untuk empat kumpulan pada taburan $g = 0.5$ dan $h = 0$	176
Rajah 5.6	Kuasa ujian kaedah AMM , AMS , AMT dibandingkan dengan kaedah A untuk enam kumpulan pada taburan $g = 0.5$ dan $h = 0$	179

LAMPIRAN

LAMPIRAN A	Kuasa ujian kaedah <i>AH</i> untuk kes dua kumpulan	206
LAMPIRAN B	Kuasa ujian kaedah <i>AH</i> untuk kes empat dan enam kumpulan	208
LAMPIRAN C	Kuasa ujian kaedah <i>AM</i> (<i>AMM</i> , <i>AMS</i> dan <i>AMT</i>) untuk kes dua kumpulan	214
LAMPIRAN D	Kuasa ujian kaedah <i>AM</i> (<i>AMM</i> , <i>AMS</i> dan <i>AMT</i>) untuk kes empat dan enam kumpulan	216
LAMPIRAN E	Aturcara SAS untuk kaedah Alexander-Govern dengan min terpankaskan suai (15%) (<i>AH15</i>) pada taburan normal, varians homogen dan saiz sampel seimbang bagi dua kumpulan	222
LAMPIRAN F	Aturcara SAS untuk kaedah Alexander-Govern dengan penganggar <i>MOM</i> dan penganggar skala <i>MAD_n</i> pada taburan normal, varians homogen dan saiz sampel seimbang bagi dua kumpulan	227
LAMPIRAN G	Kod IML untuk mengira penganggar skala <i>T_n</i>	232

SENARAI SINGKATAN

<i>ANOVA</i>	Analisis varians ujian F
<i>MOM</i>	Penganggar M satu langkah terubahsuai
n	Saiz sampel
J	Bilangan kumpulan
<i>ES</i>	Saiz kesan
d	Indeks saiz kesan (dua kumpulan)
f	Indeks saiz kesan (melebihi dua kumpulan)
A	Kaedah Alexander-Govern yang asal
<i>AH</i>	Kaedah Alexander-Govern dengan min terpankask suai
<i>AH10</i>	Kaedah Alexander-Govern dengan min terpankask suai 10% pankaskan
<i>AH15</i>	Kaedah Alexander-Govern dengan min terpankask suai 15% pankaskan
<i>AH20</i>	Kaedah Alexander-Govern dengan min terpankask suai 20% pankaskan
<i>AH25</i>	Kaedah Alexander-Govern dengan min terpankask suai 25% pankaskan
<i>AM</i>	Kaedah Alexander-Govern dengan penganggar M satu langkah terubahsuai
<i>AMM</i>	Kaedah Alexander-Govern dengan penganggar M satu langkah terubahsuai menggunakan penganggar skala MAD_n
<i>AMS</i>	Kaedah Alexander-Govern dengan penganggar M satu langkah terubahsuai menggunakan penganggar skala S_n
<i>AMT</i>	Kaedah Alexander-Govern dengan penganggar M satu langkah terubahsuai menggunakan penganggar skala T_n

SENARAI PENERBITAN

- Abdullah, S., Syed Yahaya, S. S., & Othman, A. R. (2010, 2 - 4 November). *Alexander-Govern test using adaptive trimmed mean as alternative to t-test*. Paper presented at the 2nd International Conference On Quantitative Sciences And Its Application, Penang, Malaysia.
- Abdullah, S., Syed Yahaya, S. S., & Othman, A. R. (2009, 22-26 June). *Robustness of Alexander-Govern and Welch test on skewed distributions*. Paper presented at the 5th Asian Mathematical Conference, Kuala Lumpur, Malaysia.
- Abdullah, S., Syed Yahaya, S. S., & Othman, A. R. (2008, 5-8 December). *A power investigation of Alexander-Govern test using modified one step M estimator as a central tendency measure*. Paper presented at the Joint Meeting of 4th World Conference of the IASC and 6th Conference of the Asian Regional Section of the IASC on Computational Statistics & Data Analysis, Yokohama, Japan.
- Abdullah, S., Syed Yahaya S. S., & Othman, A. R. (2007, 12-14 December). *Modified one step M estimator as a central tendency measure for Alexander Govern test*. Paper presented at the 9th Islamic Countries Conference On Statistical Sciences 2007, Shah Alam, Selangor, Malaysia.
- Abdullah, S., Syed Yahaya, S. S., & Othman, A. R. (2011). *Kaedah Alexander-Govern terubah suai sebagai alternatif kepada ujian-t dan ujian F ANOVA*. *Sains Malaysiana*, 42(1)
- Md Yusof, Z., Abdullah, S., & Syed Yahaya, S. S. (2011). *Testing the equality of central tendency measures using varies trimming strategies*. *African Journal of Mathematics Computer Science Research*(In press).

BAB SATU

LATAR BELAKANG

1.1 Pengenalan

Pengujian kesamaan sukatan memusat adalah antara kaedah statistik yang sangat penting dan seringkali digunakan dalam pelbagai bidang tidak kira sama ada sains, teknologi, kejuruteraan, perubatan mahupun pertanian. Kaedah klasik seperti ujian- t dan kaedah analisis varians ujian F ($ANOVA$) begitu popular di kalangan kebanyakan penyelidik. Namun begitu keupayaan kaedah ini tertakluk kepada dua andaian utama iaitu varians homogen dan bentuk taburan data yang normal.

Varians homogen adalah keadaan yang varians bagi setiap kumpulan berbeza di dalam suatu populasi adalah homogen. Kehomogenan varians ini diperlukan dalam ujian t bagi menguji kesamaan sukatan memusat melibatkan dua kumpulan. Dalam pengujian ini, varians yang digunakan untuk mendapatkan statistik ujian t adalah varians tergembeling yang diterbitkan daripada varians dua kumpulan yang diandaikan homogen. Begitu juga bagi kes pengujian sukatan memusat yang melibatkan bilangan kumpulan melebihi dua iaitu $ANOVA$. Varians keseluruhan yang digunakan untuk mendapatkan statistik ujian F yang dikenali juga sebagai min kuasa dua ralat, adalah varians tergembeling yang diperolehi daripada varians setiap kumpulan yang diandaikan homogen.

Namun apa yang akan berlaku sekiranya varians setiap kumpulan yang dibandingkan tidak homogen? Keadaan varians tidak homogen dikenali sebagai heterokedastisiti. Apabila keadaan ini berlaku, statistik ujian t tidak sesuai digunakan kerana andaian

The contents of
the thesis is for
internal user
only

RUJUKAN

- Abdullah, S., Syed Yahaya, S. S., & Othman, A. R. (2008, 5-8 December). *A power investigation of Alexander-Govern test using modified one step M estimator as a central tendency measure*. Paper presented at the Joint Meeting of 4th World Conference of the IASC and 6th Conference of the Asian Regional Section of the IASC on Computational Statistics & Data Analysis, Yokohama, Japan.
- Abdullah, S., Syed Yahaya S. S., & Othman, A. R. (2007, 12-14 December). *Modified one step M estimator as a central tendency measure for Alexander Govern test*. Paper presented at the 9th Islamic Countries Conference On Statistical Sciences 2007, Shah Alam, Selangor, Malaysia.
- Alexander, R. A., & Govern, D. M. (1994). A new and simpler approximation for ANOVA under variance heterogeneity. *Journal of Educational Statistics*, 19(2), 91-101.
- Algina, J., & Lin, W.-Y. (1993). *Type I error rate for Welch's test and James's second-order test under nonnormality and inequality of variance when there are two groups*. Paper presented at the The Annual Meeting of American Educational Research Association.
- Baguio, C. B. (2008). Trimmed mean as an adaptive robust estimator of location parameter for Weibull distribution. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 42, 681-686.
- Bradley, J. V. (1978). Robustness? *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*(31), 144-152.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. New York: Academic Press, Inc.
- Efron, B., & Tibshirani, R. J. (1993). *An introduction to the bootstrap*. New York: Chapman & Hall, Inc.
- Elamir, E. A. H., & Seheult, A. H. (2003). Trimmed L-moments. *Computational Statistics & Data analysis*, 43, 299-314.
- Garthwaite, P. H., Jolliffe, I. T., & Jones, B. (2002). *Statistical inference* (Second ed.). New York: Oxford University Press.
- Guo, J.-H., & Luh, W.-M. (2000). Testing methods for the one-way fixed effects ANOVA models of log-normal samples. *Journal of Applied Statistics*, 27(6), 731-738.

- Hampel, F. R. (1974). The influence curve and its role in robust estimation. *Journal of American Statistical Association*, 69(346), 383-393.
- Hayes, A. F. (2005). *Statistical methods for communication science* (Vol. 1). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Hess, B., Olejnik, S., & Huberty, C. J. (2001). The efficacy of two improvement-over-chance effect sizes for two-group univariate comparisons under variance heterogeneity and nonnormality. *Educational and Psychological Measurement*, 61(909), 909-936.
- Hill, G. W. (1970). Algorithm 395. Student's *t*-distribution. *Communications of the ACM*, 13(10), 617-619.
- Hoaglin, D. C., Mosteller, F., & Tukey, J. W. (1983). *Understanding robust and exploratory data analysis*: John Wiley & Sons, Inc.
- Hogg, R. V. (1967). Some observations on robust estimation. *Journal of American Statistical Association*, 62(320), 1179-1186.
- Hogg, R. V. (1974). Adaptive robust procedures: A partial review and some suggestion for future applications and theory *Journal of American Statistical Association*, 69(348), 909-923.
- Hosking, J. R. M. (2007). Some theory and practical uses of trimmed L-moments. *Journal of Statistical Planning and Inference*, 137, 3024-3039.
- Huber, P. J. (2004). *Robust statistics*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- James, G. S. (1951). The comparison of several groups of observations when the ratios of the population variances are unknown. *Biometrika*, 38, 324-329.
- Keselman, H. J., Othman, A. R., Wilcox, R. R., & Fradette, K. (2004). The new and improved two-sample *t* test. *Psychological Science*, 15(1), 47-51.
- Keselman, H. J., Wilcox, R. R., Lix, L. M., Algina, J., & Fradette, K. (2007). Adaptive robust estimation and testing. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 60, 267-293.
- Keselman, H. J., Wilcox, R. R., Othman, A. R., & Fradette, K. (2002). Trimming, transforming statistics, and bootstrapping: Circumventing the biasing effect of heteroscedasticity and nonnormality. *Journal of Modern Applied Statistical Methods*, 1(2), 288-309.

- Leonowicz, Z., Karvanen, J., & Shishkin, S. L. (2005). Trimmed estimators for robust averaging of event-related potentials. *Journal of Neuroscience Methods*, 142(1), 17-26.
- Lix, L. M., & Keselman, H. J. (1998). To trim or not to trim: Tests of location equality under heteroscedasticity and nonnormality. *Educational and Psychological Measurement*, 58(3), 409-429.
- Luh, W.-M. (1999). Developing trimmed mean test statistics for two-way fixed-effects ANOVA models under variance heterogeneity and nonnormality. *Journal of Experimental Education*, 67(3), 243-265.
- Luh, W.-M., & Guo, J.-H. (2001). Transformation Works For Non-normality? On One-sample Transformation Trimmed t Methods. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 54, 227-236.
- Luh, W.-M., & Guo, J.-H. (2005). Heteroscedastic Test Statistics for One-Way Analysis of Variance: The Trimmed Means and Hall's Transformation Conjunction. *The Journal of Experimental Education*, 74(1), 75-100.
- Md Yusof, Z. (2010). *Type I error and power rates of robust methods with variable trimmed mean*. Unpublished PhD thesis, Universiti Sains Malaysia.
- Morgenthaler, S. (2007). *Resistance to outliers vs heavy-tailed error distributions*. Paper presented at the 9th Islamic Countries Conference on Statistical Sciences.
- Murphy, K. R., & Myers, B. (1998). *Statistical Power Analysis: A Simple and General Model for Traditional and Modern Hypothesis Tests*: Lawrence Erlbaum Associates.
- Myers, L. (1998). Comparability of the James' second-order approximation test and the Alexander and Govern A statistic for non-normal heteroscedastic data. *Journal of Statistical Computational Simulation*, 60, 207-222.
- Othman, A. R., Keselman, H. J., Padmanabhan, A. R., Wilcox, R. R., & Fredette, K. (2004). Comparing Measures of The 'Typical' Score Across Treatment Groups. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 57, 215-234.
- Reed III, J. F., & Stark, D. B. (1996). Hinge estimator of location: Robust to asymmetry. *Computer methods and programming in biomedicine*, 49, 11-17.

- Rosenberger, J. L., & Gasko, M. (1983). Comparing Location Estimators: Trimmed Means, Medians and Trimean. In D. C. Hoaglin, F. Mosteller & J. W. Tukey (Eds.), *Understanding robust and exploratory data analysis* (pp. 297-338). New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Rousseeuw, P. J., & Croux, C. (1993). Alternatives to the Median Absolute Deviation. *Journal of American Statistical Association*, 88(424), 1273-1283.
- Rousseeuw, P. J., & Verboven, S. (2002). Robust estimation in very small samples. *Computational Statistics & Data analysis*, 40, 741-758.
- SAS Institute Inc. (2009). *SAS/IML 9.2 User's guide*. SAS Institute Inc, Cary, NC
- Schneider, P. J., & Penfield, D. A. (1997). Alexander and Govern's approximation: Providing an alternative to ANOVA under variance heterogeneity. *Journal of Experimental Education*, 65(3), 271-287.
- Staudte, R.G. and Sheather, S.J. (1990). *Robust Estimation and Testing*. John Wiley & Sons Inc., New York.
- Stevens, J. P. (2007). *Intermediate statistics: A modern approach* (Third edition ed.). Lawrence Erlbaum Associates. New York.
- Syed Yahaya, S. S. (2005). Robust statistical procedures for testing the equality of central tendency parameters under skewed distributions. Unpublished Ph.D thesis. Universiti Sains Malaysia.
- Syed Yahaya, S. S., Othman, A. R., & Keselman, H. J. (2006). Comparing the "typical score" across independent groups based on different criteria for trimming. *Metodološki zvezki*, 3(1), 49-62.
- Syed Yahaya, S. S., Othman, A. R., & Keselman, H. J. (2004). Testing the equality of location parameters for skewed distributions using S_l with high breakdown robust scale estimators. *Statistics for Industry and Technology*, 319-328.
- Tiku, M. L., Tan, W. Y., & Balakrishnan, N. (1986). *Robust inference*. New York, USA: Marcel Dekker Inc.
- Weerahandi, S. (1995). ANOVA under unequal error variances. *Biometrics*, 51(2), 589-599.
- Welch, B. L. (1947). The generalization of Student's problem when several different population variances are involved. *Biometrika*, 34, 29-35.

- Welch, B. L. (1951). On the comparison of several mean values: An alternative approach. *Biometrika*, 38, 330-336.
- Wilcox, R. R. (2005a). *Introduction to robust estimation and hypothesis testing* (Second ed.): California: Academic Press.
- Wilcox, R. R. (2005b). Comparing Medians: An overview plus new results on dealing with heavy-tailed distributions. *The Journal of Experimental Education*, 73(3), 249-263.
- Wilcox, R. R. (2005c). New methods for comparing groups: Strategies for increasing the probability of detecting true differences. *Psychological Science*, 14(5), 272-275.
- Wilcox, R. R. (2003). Multiple comparisons based on a modified one-step M-estimator. *Journal of Applied Statistics*, 30(10), 1231-1241.
- Wilcox, R. R. (2002). Understanding the practical advantages of modern ANOVA methods. *Journal of Clinical Child and Adolescent Psychology*, 31(3), 399-412.
- Wilcox, R. R. (1997) A Bootstrap modification of the Alexander-Govern ANOVA method, plus comments on comparing trimmed means. *Educational and Psychological Measurement*, 57(4), 655-665.
- Wilcox, R. R. (1992). Why can methods for comparing means have relatively low power, and what can you do to correct the problem? *Current Directions in Psychological Science*, 1(3), 101-105.
- Wilcox, R. R., Charlin, V. L., & Thompson, K. L. (1986). New monte carlo results on the robustness of the ANOVA F, W and F* statistics. *Communications in Statistics-Simulations*, 15(4), 933-943.
- Wilcox, R. R., & Keselman, H. J. (2003). Repeated measures one-way ANOVA based on a modified one-step m-estimator. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 56(15-25).
- Wu, M. (2006). *Trimmed and winsorized estimators*. Unpublished Ph.D thesis, Michigan State University.
- Yuen, K. K. (1974). The two-sample trimmed t for unequal population variances. *Biometrika*, 61(1), 165-171.