

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 1997/1998

September 1997

SEW311/SEP221 - Statistik Gunaan dan Ekonometrik

Masa [3 jam]

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi DUA PULUH LAPAN muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan.

ARAHAN

1. Jawab SEMUA soalan daripada Bahagian A dan mana-mana DUA (2) soalan daripada Bahagian B.
2. Mesinkira elektronik tak berpogram boleh digunakan untuk peperiksaan ini.

BAHAGIAN A (60 markah)

Jawab SEMUA soalan daripada bahagian ini. Setiap soalan diperuntukkan 10 markah.

Soalan 1 (10 markah)

Jadual berikut menunjukkan 10 cerapan tentang perbelanjaan penggunaan mingguan isi rumah (Y) dan pendapatan mingguan isi rumah (X):

X	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260
Y	70	65	90	95	110	115	120	140	155	160

Dengan mengandaikan hubungan linear mudah di antara X dan Y, iaitu

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \epsilon$$

- (a) *A priori*, apakah tanda yang dijangkakan bagi β_0 dan β_1 masing-masing?
- (b) Dapatkan anggaran-anggaran kuasa dua terkecil bagi β_0 dan β_1 dan tafsirkan koefisien-koefisien regresi.

...2/-

- (c) Ujikan hipotesis $H_0: \beta_1 = 0$ terhadap $H_1: \beta_1 \neq 0$ pada paras keertian 5%.
- (d) Ujikan hipotesis pada paras keertian 5% bahawa kecenderungan sut mengguna bernilai 1 menentang alternatif yang bersesuaian.
- (f) Hitungkan R^2 bagi regresi ini dan tafsirkan nilainya.
- (g) Hasil daripada penambahan satu pembolehubah tak bersandar (Z) kepada model ini, R^2 bertambah ke 0.9850. Gunakan maklumat ini untuk menguji keertian pembolehubah yang baru ini pada paras keertian 5%.

Soalan 2 (10 markah)

Seorang ahli ekonomi membina model regresi berbilang seperti berikut:

$$\ln MD_t = \beta_0 + \beta_1 \ln Y_t + \beta_2 \ln r_t + \beta_3 \ln (P_t/P_{t-1}) + \varepsilon$$

di mana: MD = permintaan wang pada harga tetap (dalam RM juta)

Y = pendapatan negara pada harga tetap (dalam RM juta)

r = kadar bunga (dalam %)

P = indeks harga pengguna (dalam %)

$\beta_0, \beta_1, \beta_2$ dan β_3 adalah parameter

ε = sebutan gangguan.

Cetakan komputer dipaparkan seperti berikut:

LS // Pembolehubah Bersandar ialah MD

Julat Sampel: 1968 - 1994

Bilangan Cerapan: 27

<i>Pembolehubah</i>	<i>Koefisien</i>	<i>Ralat Piawai</i>	<i>Ujian -T</i>	<i>Keertian 2-sisi</i>
C	- 7.0852152	0.2949514	- 24.021634	0.0000
lnY	1.6332269	0.0298441	54.725244	0.0000
ln r	- 0.2702573	0.0800877	-3.3745170	0.0026
ln(P _t /P _{t-1})	-1.0213916	0.4083144	-2.5014830	0.0199
R-kuasa dua	0.993644	Min pembolehubah bersandar		10.46852
R-kuasa dua terlaras	0.992815	Sisihan piawai pembolehubah bersandar		0.848762
Ralat Piawai Regresi	0.071947	Hasil tambah reja kuasa dua		0.119057
Kebolehjadian Log	34.91255	Statistik F		1198.473
Statistik Durbin-Watson	1.715802	Prob (Statistik-F)		0.000000

- (a) Tuliskan persamaan regresi teranggar dan tafsirkan koefisien $\hat{\beta}_1$, $\hat{\beta}_2$ dan $\hat{\beta}_3$.
- (b) Ujikan sama ada parameter β_1 , β_2 dan β_3 signifikan pada paras keertian 5% .
Gunakan ujian dua sisi.
- (c) Apakah maklumat yang disediakan oleh koefisien penentuan dan koefisien penentuan terlaras? Berdasarkan cetakan komputer di atas tafsirkan nilai-nilai koefisien penentuan dan koefisien penentuan terlaras.
- (d) Ujikan ketepatan padanan keseluruhan model regresi ini pada paras keertian 1%.
- (e) Adakah terdapat sebarang bukti bahawa ralat-ralat dalam model ini berautokorelasi?
Gunakan paras keertian 5% untuk menguji hipotesis.

Soalan 3 (10 markah)

- (a)
 - (i) Secara ringkas huraikan apakah yang dimaksudkan dengan istilah "multikolineariti".
 - (ii) Bincangkan akibat daripada multikolineariti.
 - (iii) Cadangkan tiga kaedah untuk mengesan masalah multikolineariti yang serius.
- (b) Pengurus jualan PROTON ingin menganggarkan model penawaran kereta Proton Saga dengan mengumpulkan data suku tahunan. Berikut ialah model penawaran yang dibina:

$$\text{JUALAN} = \beta_0 + \beta_1 \text{HARGA} + \beta_2 \text{KNKPK} + \epsilon$$

di mana JUALAN = Kuantiti kereta Proton Saga yang dijual bagi tempoh ke-i

HARGA = Harga Proton Saga pada tempoh ke-i

KNKPK = KNK per kapita dalam RM pada tempoh ke-i

Cetakan komputer memaparkan analisis yang telah dijalankan:

LS // Pembolehubah Bersandar ialah JUALAN

Julat Sampel: 1968 - 1994

Bilangan Cerapan: 27

<i>Pembolehubah</i>	<i>Koefisien</i>	<i>Ralat Piawai</i>	<i>Ujian -T</i>	<i>Keertian 2-sisi</i>
C	-274.55900	74.199980	-3.7002570	0.0011
HARGA	0.0264848	0.0074837	3.5390018	0.0017
KNKPK	-0.1116411	0.0824347	-1.3542971	0.1883
R-kuasa dua	0.858291	Min pembolehubah bersandar		436.2222
R-kuasa dua terlaras	0.846482	Sisihan piawai pembolehubah bersandar		112.1525
Ralat Piawai Regresi	43.94282	Hasil tambah reja kuasa dua		46343.31
Kebolehjadian Log	-138.8593	Statistik F		72.68088
Stat. Durbin-Watson	2.160564	Prob (Statistik-F)		0.000000

	<i>Kovarians</i>	<i>Korelasi</i>
JUALAN,JUALAN	12112.321	1.0000000
JUALAN, HARGA	621230.13	0.9205769
JUALAN, KNKPK	54256.255	0.8856298
HARGA, HARGA	37597371	1.0000000
HARGA, KNKPK	5109.6044	0.9828711
KNKPK, KNKPK	309861.64	1.0000000

- (i) Gunakan mana-mana dua kaedah untuk mengesan sama ada masalah multikolineariti wujud atau tidak bagi model regresi di atas.
- (ii) Cadangkan tiga kaedah untuk mengatasi masalah multikolineariti ini sekiranya ia wujud.

Soalan 4 (10 markah)

- (a) (i) Apakah masalah autokorelasi dan bagaimanakah ia boleh wujud?
- (ii) Apabila autokorelasi wujud apakah kesannya ke atas penganggar kuasa dua terkecil biasa?

(iii) Adakah keputusan ujian t dan F masih sah di bawah keadaan autokorelasi? Mengapa?

(iv) Terangkan apakah kegunaan statistik h Durbin?

(b) Seorang pelajar ekonomi antarabangsa menjalankan penyelidikan untuk menentukan sama ada import dipengaruhi oleh KNK. Satu set data siri masa telah dipungut dan cetakan komputer berikut menyenaraikan keputusan analisis yang dilaksanakan.

LS // Pembolehubah Bersandar ialah import

Julat Sampel: 1967 - 1994

Bilangan Cerapan: 28

<i>Pembolehubah</i>	<i>Koefisien</i>	<i>Ralat Piawai</i>	<i>Ujian -T</i>	<i>Keertian 2-sisi</i>
C	-22863.600	2285.3419	- 10.004455	0.0000
KNK	1.1150027	0.0431846	25.819466	0.0000
R-kuasa dua	0.962463	Min pembolehubah bersandar		29505.96
R-kuasa dua terlaras	0.961019	Sisihan piawai pembolehubah bersandar		28221.38
Ralat Piawai Regresi	5571.920	Hasil tambah reja kuasa dua		8.07E+08
Kebolehjadian Log	-280.2066	Statistik F		666.6448
Stat. Durbin-Watson	0.440023	Prob (Statistik-F)		0.000000

LS // Pembolehubah Bersandar ialah import

Julat Sampel: 1968 - 1994

Bilangan Cerapan: 27

Penumpuan tercapai selepas 13 kali lelaran

<i>Pembolehubah</i>	<i>Koefisien</i>	<i>Ralat Piawai</i>	<i>Ujian -T</i>	<i>Keertian 2-sisi</i>
C	-37768.256	18417.084	- 2.0507186	0.0514
KNK	1.3699174	0.2070057	6.6177765	0.0000
AR(1)	0.8843791	0.1238080	7.1431466	0.0000
R-kuasa dua	0.986030	Min pembolehubah bersandar		30475.63
R-kuasa dua terlaras	0.984865	Sisihan piawai pembolehubah bersandar		28279.66
Ralat Piawai Regresi	3479.041	Hasil tambah reja kuasa dua		2.90E+08
Kebolehjadian Log	-256.8931	Statistik F		846.9596
Stat. Durbin-Watson	1.918023	Prob (Statistik-F)		0.000000

- (i) Ujikan sama ada terdapat masalah autokorelasi yang positif pada paras keertian 5%.
- (ii) Tentukan nilai $\hat{\rho}$. Kemudian terangkan bagaimana nilai $\hat{\rho}$ yang diperolehi digunakan untuk menghapuskan masalah autokorelasi dengan menggunakan kaedah lelaran Cochrane-Orcutt.
- (iii) Ujikan sama ada masalah autokorelasi masih timbul atau tidak pada paras keertian 5% sesudah menggunakan kaedah lelaran Cochrane-Orcutt. Kemudian tuliskan model regresi yang baru.

Soalan 5 (10 markah)

- (a) Satu kajian dijalankan untuk menyiasat sama ada fungsi penggunaan per kapita makanan telah berganjak. Dalam persamaan-persamaan regresi di bawah, Y ialah penggunaan per kapita ke atas makanan, P ialah harga makanan dan I ialah pendapatan pengguna.

Tempoh 1970 - 1996

$$\hat{Y} = 4.0346 - 0.1155 \ln P + 0.2512 \ln I$$

(25.9555) (-2.5056) (14.5790)

$$R^2 = 0.9721 \quad F = 383.1972 \quad DW = 1.3390 \quad SSE = 0.002444 \quad n = 27$$

Tempoh 1970 - 1986

$$\hat{Y} = 4.6865 - 0.2698 \ln P + 0.2486 \ln I$$

(16.2482) (-3.6051) (9.7505)

$$R^2 = 0.9172 \quad F = 49.7005 \quad DW = 1.7397 \quad SSE = 0.001025 \quad n = 17$$

Tempoh 1987 - 1996

$$\hat{Y} = 5.0454 - 0.2442 \ln P + 0.1496 \ln I$$

(5.2574) (-1.8867) (2.9542)

$$R^2 = 0.8582 \quad F = 30.2945 \quad DW = 2.0735 \quad SSE = 0.000513 \quad n = 10$$

(Statistik t dalam kurungan)

Gunakan ujian Chow untuk menyiasat sama ada terdapat anjakan berstruktur dalam persamaan regresi dari tempoh 1970 - 1986 ke tempoh 1987 - 1996. Gunakan paras keertian 5%.

...7/-

- (b) Terangkan tentang kaedah penyelidikan ekonometrik dengan bantuan carta aliran yang sesuai.

Soalan 6 (10 markah)

- (a) Rumuskan satu model regresi linear untuk mengkaji kesan jantina dan pengalaman kerja (dalam tahun) ke atas gaji seorang pegawai bank dengan andaian bahawa parameter pintasan dan cerun berbeza mengikut jantina.
- (i) Tuliskan persamaan regresi bagi meramalkan gaji pegawai bank laki-laki dan wanita masing-masing.
 - (ii) Bagaimanakah model ini boleh mengesan kemungkinan diskriminasi jantina? Jelaskan.
 - (iii) Ubahsuaikan model di atas supaya ia juga dapat mengesan kesan diskriminasi ras (bumiputera dan bukan bumiputera) dengan menggunakan pembolehubah dami bagi parameter pintasan sahaja
 - (iv) Tuliskan persamaan regresi bagi meramalkan gaji pegawai bank wanita bumiputra dan bukan bumiputra masing-masing.. Terangkan bagaimana anda boleh mengesan sebarang diskriminasi ras.
 - (v) Tuliskan persamaan regresi bagi meramalkan gaji pegawai bank lelaki bumiputra. Terangkan bagaimana anda boleh mengesan sebarang perbezaan dalam gaji pegawai bank wanita bukan bumiputra dan lelaki bumiputra.
- (b) Apakah yang dimaksudkan dengan penganggar yang "BLUE"

BAHAGIAN B (40 markah)

Jawab mana-mana DUA (2) soalan daripada bahagian ini. Setiap soalan dalam Bahagian ini diperuntukkan 20 markah.

Soalan 7 (20 markah)

- (a) Pengurus Personel sebuah kilang mengambil satu sampel rawak 15 laporan kehadiran mengikut syif dan mencatatkan bilangan pekerja yang tidak hadir kerja sepertimana dijadualkan bagi setiap syif kerja. Data yang diperolehi adalah seperti berikut:

<i>Syif Pagi</i>	<i>Syif Petang</i>	<i>Syif Malam</i>
12	8	15
10	10	17
7	5	16
14	6	18
12	6	15

- (i) Nyatakan rekabentuk yang digunakan dalam kajian ini.
 - (ii) Nyatakan faktor dalam kajian ini.
 - (iii) Nyatakan olahan-olahan dalam kajian ini.
 - (iv) Apakah unit-unit ujikaji dalam kajian ini?
 - (v) Ujikan hipotesis bahawa terdapat perbezaan dalam bilangan pekerja yang tidak hadir mengikut syif pada paras keertian 5%.
 - (vi) Persembahkan keputusan ujian dalam satu Jadual ANOVA.
- (b) Katakan kita telah salah menggunakan teknik ANOVA satu faktor untuk menganalisis data yang terhasil daripada rekabentuk blok rawak. Bandingkan nilai-nilai TSS, SSE dan SST yang dihasilkan oleh dua model ini dan nyatakan sama ada setiap nilai ini masing-masingnya lebih kecil, lebih besar atau tidak berubah daripada nilai-nilai sepadan yang dihasilkan oleh model rekabentuk blok rawak.

- (c) Berikut ialah pendapatan isi rumah bagi tempoh 1986 - 1996.

<i>Tahun</i>	<i>Pendapatan isi rumah (RM)</i>
1986	13,800
1987	14,950
1988	16,001
1989	17,640
1990	19,580
1991	21,025
1992	22,390
1993	23,580
1994	24,420
1995	26,700
1996	28,310

- (i) Hitungkan indeks mudah untuk pendapatan isi rumah dengan 1990 sebagai tahun asas.
- (ii) Tafsirkan indeks ini bagi tahun 1986 dan 1996.

Soalan 8 (20 markah)

- (a) Terangkan di dalam keadaan yang macam manakah kita harus menggunakan statistik ujian t dan bukan statistik ujian Z untuk menguji hipotesis tentang (i) min satu populasi dan (ii) min dua populasi?
- (b) Satu kajian dijalankan untuk membandingkan gaji permulaan siswazah lelaki dan perempuan dengan major dan kelas ijazah yang sama. Andaikan satu sampel rawak 10 pasangan siswazah di perolehi dan jumlah gaji setiap pasangan pada tahun pertama bekerja dicatatkan. Data yang diperolehi ditunjukkan dalam jadual berikut. Ujikan sama ada terdapat bukti bahawa min gaji permulaan siswazah lelaki melebihi siswazah perempuan. Gunakan paras keertian 5%.

<i>Pasangan</i>	<i>Gaji Permulaan</i>	
	<i>Laki-Laki</i>	<i>Perempuan</i>
1	24,500	23,800
2	26,800	26,900
3	19,300	18,700
4	23,600	23,600
5	28,500	27,200
6	22,800	23,000
7	24,700	24,400
8	24,400	23,300
9	26,100	23,400
10	20,200	20,000

- (c) Harga saham (dalam ringgit) tiga buah syarikat dan kuantiti saham yang dibeli (dalam ribu lot) pada bulan Januari 1994, 1995 dan 1996 ditunjukkan dalam jadual berikut:

	<i>AIN</i>		<i>RIF</i>		<i>FIZ</i>	
	<i>Harga</i>	<i>Kuantiti</i>	<i>Harga</i>	<i>Kuantiti</i>	<i>Harga</i>	<i>Kuantiti</i>
Jan. 1994	RM29.87	1,230	RM42.00	4,840	RM38.50	1,380
Jan. 1995	22.89	1,487	43.38	11,800	32.25	2,830
Jan. 1996	24.50	1,680	55.25	7,790	25.63	1,650

- (i) Hitungkan indeks harga Laspeyres dengan menggunakan Januari 1994 sebagai tempoh asas. Tafsirkan nilai indeks ini.
- (ii) Hitungkan indeks harga Paasche dengan menggunakan Januari 1994 sebagai tempoh asas. Tafsirkan nilai indeks ini.

Soalan 9

- (a) Satu model regresi berbentuk:

$$E(Y_t) = \beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 Q1 + \beta_3 Q2 + \beta_4 Q3$$

dipadankan kepada data berkenaan pengeluaran suku tahunan (dalam ribu unit) suatu produk. Tempoh kajian ialah dari suku I tahun 1992 ke suku IV tahun 1996. Bagi suku I tahun 1992, $t = 1$; bagi suku II tahun 1992, $t = 2$; dan seterusnya bagi suku tahunan yang lain. $Q1 = 1$ jika suku I dan 0 jika bukan; $Q2 = 1$ jika suku II dan 0 jika bukan; dan $Q3 = 1$ jika suku III dan 0 jika bukan.

Model yang dianggarkan ditunjukkan dalam cetakan komputer berikut:

<i>Pembolehubah</i>	<i>Koefisien</i>	<i>Ralat Piawai</i>	<i>Ujian -T</i>	<i>Keertian 2-sisi</i>
C	119.850000	16.94950835	7.071	0.0001
T	16.512500	1.02771490	16.067	0.0001
Q1	262.337500	16.72998649	15.681	0.0001
Q2	222.825000	16.57140484	13.446	0.0001
Q3	105.512500	16.47552320	6.404	0.0001
R-kuasa dua	0.9692			
R-kuasa dua terlaras	0.9609			
Statistik F	117.8170			
Prob.(Statistik-F)	0.0001			
RMSE	25.99936			

- (i) Tafsirkan anggaran-anggaran kuasa dua terkecil dan nilaikan kegunaan model ini.
- (ii) Ramalkan pengeluaran suku tahunan produk ini pada tahun 1997.
- (b) Jadual berikut mempersembahkan nilai jualan sebenar Syarikat AXY dan nilai jualan yang diramalkan oleh dua model yang berlainan bagi tempoh 1994 - 1996.

Tahun	Jualan Sebenar (RM juta)	Ramalan Jualan (RM juta)	
		Model 1	Model 2
1994	250.8	229.0	230.1
1995	267.9	244.5	250.4
1996	292.9	260.8	268.8

- (i) Hitungkan ralat peramalan berkaitan dengan setiap model.
 - (ii) Gunakan mana-mana dua kriteria untuk menilai kejituan peramalan model 1 dan 2.
 - (iii) Berdasarkan kriteria-kriteria yang digunakan, model yang manakah menghasilkan peramalan yang lebih jitu bagi jualan syarikat AXY? Mengapa?
- (c) Jadual berikut menunjukkan gaji sejam untuk pekerja-pekerja di sebuah syarikat tertentu dan indeks harga pengguna untuk tempoh 1992 - 96.
- (i) Tentukan gaji sejam bagi pekerja-pekerja syarikat tersebut di dalam ringgit tahun 1994.
 - (ii) Hitungkan kuasa beli ringgit bagi setiap tahun untuk tempoh 1992 - 1996 berdasarkan nilai ringgit tahun 1994.

Tahun	Gaji Sejam (RM)	Indeks Harga Pengguna (1994 = 100)
1992	5.00	93.1
1993	5.50	96.4
1994	5.90	100.0
1995	6.30	103.0
1996	7.10	106.7

- oo o0o oo -

FORMULAI. Teori Persampelan, Ujian Hipotesis dan Selang Keyakinan1. Min dan Varians Sampel

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 = \frac{1}{n-1} \left(\sum_{i=1}^n X_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n X_i)^2}{n} \right)$$

2. Ujian Hipotesis berkenaan dengan Min Satu Populasi

$$\text{Statistik Ujian } Z = \frac{\bar{X} - \mu}{\sigma / \sqrt{n}}$$

$$\text{Statistik Ujian } t = \frac{\bar{X} - \mu}{s / \sqrt{n}} \text{ dengan darjah kebebasan } v = n - 1.$$

Saiz sampel minimum yang diperlukan bagi menjamin $\alpha = \alpha_0$ dan $\beta = \beta_0$

$$n = \frac{(Z_0 - Z_1)^2 \cdot \sigma^2}{(\mu_1 - \mu_0)^2}$$

3. Selang Keyakinan 100(1 - α)% berkenaan dengan Min Satu Populasi

$$\mu = \bar{X} \pm Z_{\alpha/2} \sigma_{\bar{X}}$$

$$\mu = \bar{X} \pm t_{\alpha/2} s_{\bar{X}}$$

4. Ujian Hipotesis berkenaan dengan Min Dua Populasi

$$\text{Statistik Ujian } Z = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$

$$\text{Statistik Ujian } Z = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

$$\text{Statistik Ujian } t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}} \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

dengan derajat kebebasan $n_1 + n_2 - 2$

$$\text{Statistik Ujian } t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

$$\text{dengan derajat kebebasan } v = \frac{(s_1^2 / n_1 + s_2^2 / n_2)^2}{\frac{(s_1^2 / n_1)^2}{n_1 - 1} + \frac{(s_2^2 / n_2)^2}{n_2 - 1}}$$

$$\text{Statistik Ujian } Z = \frac{\bar{D} - \mu_D}{\sigma_D / \sqrt{n}}$$

$$\text{Statistik Ujian } t = \frac{\bar{D} - \mu_D}{s_D / \sqrt{n}} \text{ dengan derajat kebebasan } n - 1$$

$$\text{Statistik Ujian } Z = \frac{\bar{D} - \mu_D}{s_D / \sqrt{n}}$$

5. Selang Keyakinan 100(1 - α)% berkenaan dengan Min Dua Populasi

$$\mu_1 - \mu_2 = (\bar{X}_1 - \bar{X}_2) \pm Z_{\alpha/2} \sigma_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}$$

$$\mu_1 - \mu_2 = (\bar{X}_1 - \bar{X}_2) \pm t_{\alpha/2} s_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}$$

II. Analisis Varians

1. Rekabentuk Rawak Lengkap Satu Faktor

$$\text{TSS} = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} (X_{ij} - \bar{X})^2 = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} X_{ij}^2 - \frac{(\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} X_{ij})^2}{n}$$

$$\text{SSTR} = \sum_{j=1}^k n_j (\bar{X}_j - \bar{X})^2 = \sum_{j=1}^k \frac{T_j^2}{n_j} - \frac{(\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} X_{ij})^2}{n}$$

$$\text{SSE} = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} (X_{ij} - \bar{X}_j)^2 = \text{TSS} - \text{SSTR}$$

$$\text{Statistik Ujian } F = \frac{SSTR / (k - 1)}{SSE / (n - k)}$$

dengan derajat kebebasan $(k - 1)$ dan $(n - k)$

2. Rekabentuk Blok Rawakan

$$TSS = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^b (X_{ij} - \bar{X})^2 = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^b X_{ij}^2 - \frac{(\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^b X_{ij})^2}{n}$$

$$SSTR = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^b (\bar{X}_{.j} - \bar{X})^2 = \sum_{j=1}^k b(\bar{X}_{.j} - \bar{X})^2 = \sum_{j=1}^k \frac{T_{.j}^2}{b} - \frac{(\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^b X_{ij})^2}{n}$$

$$SSB = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^b (\bar{X}_{i.} - \bar{X})^2 = \sum_{i=1}^b k(\bar{X}_{i.} - \bar{X})^2 = \sum_{i=1}^b \frac{T_{i.}^2}{k} - \frac{(\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^b X_{ij})^2}{n}$$

$$SSE = TSS - SSTR - SSB$$

$$\text{Statistik Ujian } F = \frac{SSTR / (k - 1)}{SSE / (k - 1)(b - 1)}$$

dengan $(k - 1)$ dan $(k - 1)(b - 1)$ derajat kebebasan

$$\text{Statistik Ujian } F = \frac{SSB / (b - 1)}{SSE / (k - 1)(b - 1)}$$

dengan $(b - 1)$ dan $(k - 1)(b - 1)$ derajat kebebasan

III. Regresi Linear dan Korelasi

1. Regresi Linear Mudah

$$\hat{Y}_i = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_i$$

$$\hat{\beta}_1 = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{n \sum X^2 - (\sum X)^2} = \frac{\sum xy}{\sum x^2}$$

$$\hat{\beta}_0 = \bar{Y} - \hat{\beta}_1 \bar{X}$$

$$\text{Statistik Ujian } t = \frac{\hat{\beta}_1 - \beta_1}{s_{\hat{\beta}_1}} \text{ dengan } n - 2 \text{ derajat kebebasan}$$

$$s_{\hat{\beta}_1}^2 = \frac{s_e^2}{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}} = \frac{s_e^2}{\sum x^2}$$

Statistik Ujian $t = \frac{\hat{\beta}_0 - \beta_0}{s_{\hat{\beta}_0}}$ dengan $n - 2$ derajat kebebasan

$$s_{\hat{\beta}_0}^2 = \frac{s_e^2 \sum X^2}{n \sum x^2}$$

$$s_e^2 = \sum e_i^2 / (n - 2) = SSE / (n - 2)$$

$$TSS = \sum y^2 = \sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n}$$

$$SSR = \hat{\beta}_1 \sum xy = \hat{\beta}_1 \left(\sum XY - \frac{\sum X \sum Y}{n} \right)$$

$$SSE = TSS - SSR$$

$$r = \frac{n \sum XY - (\sum X \sum Y)}{\sqrt{[n \sum X^2 - (\sum X)^2][n \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

$$R^2 = \frac{SSR}{TSS} = \frac{\hat{\beta}_1 \sum xy}{\sum y^2}$$

2. Regresi Linear Berbilang

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \varepsilon_i$$

$$\hat{\beta}_1 = \frac{\sum x_1 y \sum x_2^2 - \sum x_2 y \sum x_1 x_2}{\sum x_1^2 \sum x_2^2 - (\sum x_1 x_2)^2}$$

$$\hat{\beta}_2 = \frac{\sum x_2 y \sum x_1^2 - \sum x_1 y \sum x_1 x_2}{\sum x_1^2 \sum x_2^2 - (\sum x_1 x_2)^2}$$

$$\hat{\beta}_0 = \bar{Y} - \hat{\beta}_1 \bar{X}_1 - \hat{\beta}_2 \bar{X}_2$$

$$\text{Statistik ujian } F = \frac{SSR / (k - 1)}{SSE / (n - k)} = \frac{R^2 / (k - 1)}{(1 - R^2) / (n - k)}$$

$$TSS = \sum y^2$$

$$SSR = \hat{\beta}_1 \sum x_1 y + \hat{\beta}_2 \sum x_2 y$$

$$SSE = TSS - SSR$$

Statistik ujian $t = \frac{\hat{\beta}_j - \beta_j}{s_{\hat{\beta}_j}}$ dengan $n - k$ derajat kebebasan.

$$s_e^2 = \frac{\sum e_i^2}{n - k} = \frac{SSE}{n - k}$$

$$s_{\hat{\beta}_1} = s_e \cdot \sqrt{\frac{\sum x_2^2}{\sum x_1^2 \sum x_2^2 - (\sum x_1 x_2)^2}}$$

$$s_{\hat{\beta}_2} = s_e \cdot \sqrt{\frac{\sum x_1^2}{\sum x_1^2 \sum x_2^2 - (\sum x_1 x_2)^2}}$$

$$R^2 = \frac{SSR}{TSS} = \frac{\hat{\beta}_1 \sum x_1 y + \hat{\beta}_2 \sum x_2 y}{\sum y^2}$$

$$r_{x_1 y \cdot x_2} = \frac{r_{x_1 y} - r_{x_1 x_2} \cdot r_{x_2 y}}{\sqrt{(1 - r_{x_1 x_2}^2)(1 - r_{x_2 y}^2)}}$$

$$r_{x_1 y} = \frac{\sum x_1 y}{\sqrt{\sum x_1^2 \sum y^2}}$$

$$r_{x_2 y} = \frac{\sum x_2 y}{\sqrt{\sum x_2^2 \sum y^2}}$$

$$r_{x_1 x_2} = \frac{\sum x_1 x_2}{\sqrt{\sum x_1^2 \sum x_2^2}}$$

3. Ujian Durbin-Watson

$$DW = \frac{\sum_{t=2}^T (\hat{\varepsilon}_t - \hat{\varepsilon}_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^T \hat{\varepsilon}_t^2}$$

4. Ujian Durbin-h

$$h = \left(1 - \frac{DW}{2}\right) \sqrt{\frac{T}{1 - T[\text{var}(\hat{\beta})]}}$$

5. Ujian Wald

$$F = \frac{(SSE_R - SSE_U) / (k - m)}{SSE_U / (n - k)} = \frac{R_U^2 - R_R^2 / (k - m)}{(1 - R_U^2) / (n - k)}$$

dengan $k - m$ dan $n - k$ darjah kebebasan.

6. Ujian Goldfeld-Quandt

Kes 1: Andaian σ_i^2 berkadar secara langsung dengan X_i

$F = SSE_2 / SSE_1$ dengan $(n - d - 2k) / 2$ dan $(n - d - 2k) / 2$ darjah kebebasan.

Kes 2: Andaian σ_i^2 berkadar secara songsang dengan X_i

$F = SSE_1 / SSE_2$ dengan $(n - d - 2k) / 2$ dan $(n - d - 2k) / 2$ darjah kebebasan.

7. Ujian Chow

$$F_c = \frac{(SSE_R - SSE_1 - SSE_2) / k}{(SSE_1 + SSE_2) / (n - 2k)} \text{ dengan } k \text{ dan } n - 2k \text{ darjah kebebasan.}$$

IV. Siri Masa

1. Model Daya Tambah

$$Y = T + C + S + I$$

2. Model Daya Darab

$$Y = T \cdot C \cdot S \cdot I$$

$$\text{Relatif Bermusim } (S \cdot I) = \frac{T \cdot C \cdot S \cdot I}{T \cdot C}$$

Indeks Bermusim (S) = purata terlaras bagi relatif bermusim

$$\text{Data Nyah Musim} = \frac{Y}{S}$$

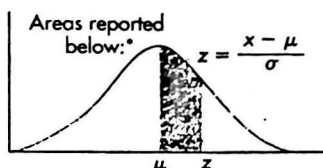
Ramalah dengan menggunakan arah aliran dan indeks bermusim

$$\hat{Y} = \frac{T_t \cdot S_t}{100}$$

3. Pelincinan Eksponen

$$\text{Model } S_t = wY_t + (1 - w) S_{t-1}$$

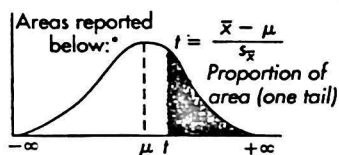
APPENDIX 1 Areas Under the Standard Normal Probability Distribution



z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	.0000	.0040	.0080	.0120	.0160	.0199	.0239	.0279	.0319	.0359
0.1	.0398	.0438	.0478	.0517	.0557	.0596	.0636	.0675	.0714	.0753
0.2	.0793	.0832	.0871	.0910	.0948	.0987	.1026	.1064	.1103	.1141
0.3	.1179	.1217	.1255	.1293	.1331	.1368	.1406	.1443	.1480	.1517
0.4	.1554	.1591	.1628	.1664	.1700	.1736	.1772	.1808	.1844	.1879
0.5	.1915	.1950	.1985	.2019	.2054	.2088	.2123	.2157	.2190	.2224
0.6	.2257	.2291	.2324	.2357	.2389	.2422	.2454	.2486	.2518	.2549
0.7	.2580	.2612	.2642	.2673	.2704	.2734	.2764	.2794	.2823	.2852
0.8	.2881	.2910	.2939	.2967	.2995	.3023	.3051	.3078	.3106	.3133
0.9	.3159	.3186	.3212	.3238	.3264	.3289	.3315	.3340	.3365	.3389
1.0	.3413	.3438	.3461	.3485	.3508	.3531	.3554	.3577	.3599	.3621
1.1	.3643	.3665	.3686	.3708	.3729	.3749	.3770	.3790	.3810	.3830
1.2	.3849	.3869	.3888	.3907	.3925	.3944	.3962	.3980	.3997	.4014
1.3	.4032	.4049	.4066	.4082	.4099	.4115	.4131	.4147	.4162	.4177
1.4	.4192	.4207	.4222	.4236	.4251	.4265	.4279	.4292	.4306	.4319
1.5	.4332	.4345	.4357	.4370	.4382	.4394	.4406	.4418	.4429	.4441
1.6	.4452	.4463	.4474	.4484	.4495	.4505	.4515	.4525	.4535	.4545
1.7	.4554	.4564	.4573	.4582	.4591	.4599	.4608	.4616	.4625	.4633
1.8	.4641	.4649	.4656	.4664	.4671	.4678	.4686	.4693	.4699	.4706
1.9	.4713	.4719	.4726	.4732	.4738	.4744	.4750	.4756	.4761	.4767
2.0	.4772	.4778	.4783	.4788	.4793	.4798	.4803	.4808	.4812	.4817
2.1	.4821	.4826	.4830	.4834	.4838	.4842	.4846	.4850	.4854	.4857
2.2	.4861	.4864	.4868	.4871	.4875	.4878	.4881	.4884	.4887	.4890
2.3	.4893	.4896	.4898	.4901	.4904	.4906	.4909	.4911	.4913	.4916
2.4	.4918	.4920	.4922	.4925	.4927	.4929	.4931	.4932	.4934	.4936
2.5	.4938	.4940	.4941	.4943	.4945	.4946	.4948	.4949	.4951	.4952
2.6	.4953	.4955	.4956	.4957	.4959	.4960	.4961	.4962	.4963	.4964
2.7	.4965	.4966	.4967	.4968	.4969	.4970	.4971	.4972	.4973	.4974
2.8	.4974	.4975	.4976	.4977	.4977	.4978	.4979	.4979	.4980	.4981
2.9	.4981	.4982	.4982	.4983	.4984	.4984	.4985	.4985	.4986	.4986
3.0	.4987	.4987	.4987	.4988	.4989	.4989	.4989	.4989	.4990	.4990
3.5	.4997									
4.0	.4999683									

* Example: For $z = 1.96$, the shaded area is 0.4750 out of the total area of 1.0000.

APPENDIX 2 Areas for *t* Distributions



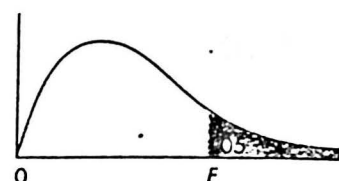
<i>df</i>	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005
1	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657
2	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925
3	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841
4	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604
5	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032
6	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707
7	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499
8	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355
9	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250
10	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169
11	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106
12	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055
13	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012
14	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977
15	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947
16	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921
17	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898
18	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878
19	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861
20	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845
21	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831
22	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819
23	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807
24	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797
25	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787
26	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779
27	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771
28	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763
29	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756
30	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750
40	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704
60	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660
120	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617
∞	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576

*Example: For the shaded area to represent 0.05 of the total area of 1.0, the value of *t* with 10 degrees of freedom is 1.812.

Source: Reprinted by Hafner Press, a division of Macmillan Publishing Company, from *Statistical Methods for Research Workers*, 14th ed., abridged Table IV, by R. A. Fisher. Copyright © 1970 by University of Adelaide.

APPENDIX 3 F-Distribution Tables

The following tables provide critical values of F at the .05, .025, and .01 levels of significance. The number of degrees of freedom for the *numerator* is indicated at the top of each *column*, and the number of degrees of freedom for the *demoninator* determines the *row* to use.



Critical values of F for $\alpha = .05$

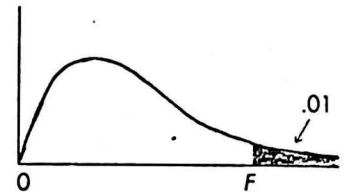
Degrees of freedom for denominator

Degrees of freedom for numerator

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
1	161.4	199.5	215.7	224.6	230.2	234.0	236.8	238.9	240.5	241.9	243.9	245.9	248.0	249.1	250.1	251.1	252.2	253.3	254.3
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40	19.41	19.43	19.45	19.45	19.46	19.47	19.48	19.49	19.50
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.74	8.70	8.66	8.64	8.62	8.59	8.57	8.55	8.53
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.91	5.86	5.80	5.77	5.75	5.72	5.69	5.66	5.63
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.68	4.62	4.56	4.53	4.50	4.46	4.43	4.40	4.36
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.00	3.94	3.87	3.84	3.81	3.77	3.74	3.70	3.67
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.57	3.51	3.44	3.41	3.38	3.34	3.30	3.27	3.23
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.28	3.22	3.15	3.12	3.08	3.04	3.01	2.97	2.93
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.07	3.01	2.94	2.90	2.86	2.83	2.79	2.75	2.71
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.91	2.85	2.77	2.74	2.70	2.66	2.62	2.58	2.54
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.79	2.72	2.65	2.61	2.57	2.53	2.49	2.45	2.40
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.69	2.62	2.54	2.51	2.47	2.43	2.38	2.34	2.30
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.60	2.53	2.46	2.42	2.38	2.34	2.30	2.25	2.21
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.53	2.46	2.39	2.35	2.31	2.27	2.22	2.18	2.14
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.48	2.40	2.33	2.29	2.25	2.20	2.16	2.11	2.07
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.42	2.35	2.28	2.24	2.19	2.15	2.11	2.06	2.01
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.38	2.31	2.23	2.19	2.15	2.10	2.06	2.01	1.96
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.34	2.27	2.19	2.15	2.11	2.06	2.02	1.97	1.92
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.31	2.23	2.16	2.11	2.07	2.03	1.98	1.93	1.88
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.28	2.20	2.12	2.08	2.04	1.99	1.95	1.90	1.84
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.25	2.18	2.10	2.05	2.01	1.96	1.92	1.87	1.81
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.23	2.15	2.07	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84	1.78
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27	2.20	2.13	2.05	2.01	1.96	1.91	1.86	1.81	1.76
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.18	2.11	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84	1.79	1.73
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24	2.16	2.09	2.01	1.96	1.92	1.87	1.82	1.77	1.71
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.15	2.07	1.99	1.95	1.90	1.85	1.80	1.75	1.69
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25	2.20	2.13	2.06	1.97	1.93	1.88	1.84	1.79	1.73	1.67
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24	2.19	2.12	2.04	1.96	1.91	1.87	1.82	1.77	1.71	1.65
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22	2.18	2.10	2.03	1.94	1.90	1.85	1.81	1.75	1.70	1.64
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.09	2.01	1.93	1.89	1.84	1.79	1.74	1.68	1.62
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08	2.00	1.92	1.84	1.79	1.74	1.69	1.64	1.58	1.51
60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04	1.99	1.92	1.84	1.75	1.70	1.65	1.59	1.53	1.47	1.39
120	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.17	2.09	2.02	1.96	1.91	1.83	1.75	1.66	1.61	1.55	1.50	1.43	1.35	1.25
∞	3.84	3.00	2.60	2.37	2.21	2.10	2.01	1.94	1.88	1.83	1.75	1.67	1.57	1.52	1.46	1.39	1.32	1.22	1.00

Source: From Maxine Merrington and Catherine M. Thompson, "Tables of the Percentage Points of the Inverted F -Distribution," in *Biometrika*, vol. 33, pp. 73-88. Copyright © 1943. Reprinted with the permission of the Biometrika Trustees.

APPENDIX 3 (Continued)



Critical values of F for $\alpha = .01$

Degrees of freedom for numerator

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
1	4052	4999.5	5403	5625	5764	5859	5928	5982	6022	6056	6106	6157	6209	6235	6261	6287	6313	6339	6366
2	98.50	99.00	99.17	99.25	99.30	99.33	99.36	99.37	99.39	99.40	99.42	99.43	99.45	99.46	99.47	99.47	99.48	99.49	99.50
3	34.12	30.82	29.46	28.71	28.24	27.91	27.67	27.49	27.35	27.23	27.05	26.87	26.69	26.60	26.50	26.41	26.32	26.22	26.13
4	21.20	18.00	16.69	15.98	15.52	15.21	14.98	14.80	14.66	14.55	14.37	14.20	14.02	13.93	13.84	13.75	13.65	13.56	13.46
5	16.26	13.27	12.06	11.39	10.97	10.67	10.46	10.29	10.16	10.05	9.89	9.72	9.55	9.47	9.38	9.29	9.20	9.11	9.02
6	13.75	10.92	9.78	9.15	8.75	8.47	8.26	8.10	7.98	7.87	7.72	7.56	7.40	7.31	7.23	7.14	7.06	6.97	6.88
7	12.25	9.55	8.45	7.85	7.46	7.19	6.99	6.84	6.72	6.62	6.47	6.31	6.16	6.07	5.99	5.91	5.82	5.74	5.65
8	11.26	8.65	7.59	7.01	6.63	6.37	6.18	6.03	5.91	5.81	5.67	5.52	5.36	5.28	5.20	5.12	5.03	4.95	4.86
9	10.56	8.02	6.99	6.42	6.06	5.80	5.61	5.47	5.35	5.26	5.11	4.96	4.81	4.73	4.65	4.57	4.48	4.40	4.31
10	10.04	7.56	6.55	5.99	5.64	5.39	5.20	5.06	4.94	4.85	4.71	4.56	4.41	4.33	4.25	4.17	4.08	4.00	3.91
11	9.65	7.21	6.22	5.67	5.32	5.07	4.89	4.74	4.63	4.54	4.40	4.25	4.10	4.02	3.94	3.86	3.78	3.69	3.60
12	9.33	6.93	5.95	5.41	5.06	4.82	4.64	4.50	4.39	4.30	4.16	4.01	3.86	3.78	3.70	3.62	3.54	3.45	3.36
13	9.07	6.70	5.74	5.21	4.86	4.62	4.44	4.30	4.19	4.10	3.96	3.82	3.66	3.59	3.51	3.43	3.34	3.25	3.17
14	8.86	6.51	5.56	5.04	4.69	4.46	4.28	4.14	4.03	3.94	3.80	3.66	3.51	3.43	3.35	3.27	3.18	3.09	3.00
15	8.68	6.36	5.42	4.89	4.56	4.32	4.14	4.00	3.89	3.80	3.67	3.52	3.37	3.29	3.21	3.13	3.05	2.96	2.87
16	8.53	6.23	5.29	4.77	4.44	4.20	4.03	3.89	3.78	3.69	3.55	3.41	3.26	3.18	3.10	3.02	2.93	2.84	2.75
17	8.40	6.11	5.18	4.67	4.34	4.10	3.93	3.79	3.68	3.59	3.46	3.31	3.16	3.08	3.00	2.92	2.83	2.75	2.65
18	8.29	6.01	5.09	4.58	4.25	4.01	3.84	3.71	3.60	3.51	3.37	3.23	3.08	3.00	2.92	2.84	2.75	2.66	2.57
19	8.18	5.93	5.01	4.50	4.17	3.94	3.77	3.63	3.52	3.43	3.30	3.15	3.00	2.92	2.84	2.76	2.67	2.58	2.49
20	8.10	5.85	4.94	4.43	4.10	3.87	3.70	3.56	3.46	3.37	3.23	3.09	2.94	2.86	2.78	2.69	2.61	2.52	2.42
21	8.02	5.78	4.87	4.37	4.04	3.81	3.64	3.51	3.40	3.31	3.17	3.03	2.88	2.80	2.72	2.64	2.55	2.46	2.36
22	7.95	5.72	4.82	4.31	3.99	3.76	3.59	3.45	3.35	3.26	3.12	2.98	2.83	2.75	2.67	2.58	2.50	2.40	2.31
23	7.88	5.66	4.76	4.26	3.94	3.71	3.54	3.41	3.30	3.21	3.07	2.93	2.78	2.70	2.62	2.54	2.45	2.35	2.26
24	7.82	5.61	4.72	4.22	3.90	3.67	3.50	3.36	3.26	3.17	3.03	2.89	2.74	2.66	2.58	2.49	2.40	2.31	2.21
25	7.77	5.57	4.68	4.18	3.85	3.63	3.46	3.32	3.22	3.13	2.99	2.85	2.70	2.62	2.54	2.45	2.36	2.27	2.17
26	7.72	5.53	4.64	4.14	3.82	3.59	3.42	3.29	3.18	3.09	2.96	2.81	2.66	2.58	2.50	2.42	2.33	2.23	2.13
27	7.68	5.49	4.60	4.11	3.78	3.56	3.39	3.26	3.15	3.06	2.93	2.78	2.63	2.55	2.47	2.38	2.29	2.20	2.10
28	7.64	5.45	4.57	4.07	3.75	3.53	3.36	3.23	3.12	3.03	2.90	2.75	2.60	2.52	2.44	2.35	2.26	2.17	2.06
29	7.60	5.42	4.54	4.04	3.73	3.50	3.33	3.20	3.09	3.00	2.87	2.73	2.57	2.49	2.41	2.33	2.23	2.14	2.03
30	7.56	5.39	4.51	4.02	3.70	3.47	3.30	3.17	3.07	2.98	2.84	2.70	2.55	2.47	2.39	2.30	2.21	2.11	2.01
40	7.31	5.18	4.31	3.83	3.51	3.29	3.12	2.99	2.89	2.80	2.66	2.52	2.37	2.29	2.20	2.11	2.02	1.92	1.80
60	7.08	4.98	4.13	3.65	3.34	3.12	2.95	2.82	2.72	2.63	2.50	2.35	2.20	2.12	2.03	1.94	1.84	1.73	1.60
120	6.85	4.79	3.95	3.48	3.17	2.96	2.79	2.66	2.56	2.47	2.34	2.19	2.03	1.95	1.86	1.76	1.66	1.53	1.38
∞	6.63	4.61	3.78	3.32	3.02	2.80	2.64	2.51	2.41	2.32	2.18	2.04	1.88	1.79	1.70	1.59	1.47	1.32	1.00

Durbin-Watson Statistic: 1 Percent Significance Points of dL and dU^a

n	$k' = 1$		$k' = 2$		$k' = 3$		$k' = 4$		$k' = 5$		$k' = 6$		$k' = 7$		$k' = 8$		$k' = 9$		$k' = 10$	
	dL	dU	dL	dU	dL	dU	dL	dU	dL	dU	dL	dU	dL	dU	dL	dU	dL	dU	dL	dU
6	0.390	1.142	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	0.435	1.036	0.294	1.676	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	0.497	1.003	0.345	1.489	0.229	2.102	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	0.554	0.998	0.408	1.389	0.279	1.875	0.183	2.433	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	0.604	1.001	0.466	1.333	0.340	1.733	0.230	2.193	0.150	2.690	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	0.653	1.010	0.519	1.297	0.396	1.640	0.286	2.030	0.193	2.453	0.124	2.892	—	—	—	—	—	—	—	—
12	0.697	1.023	0.569	1.274	0.449	1.575	0.339	1.913	0.244	2.280	0.164	2.665	0.105	3.053	—	—	—	—	—	—
13	0.738	1.038	0.616	1.261	0.499	1.526	0.391	1.826	0.294	2.150	0.211	2.490	0.140	2.838	0.090	3.182	—	—	—	—
14	0.776	1.054	0.660	1.254	0.547	1.490	0.441	1.757	0.343	2.049	0.257	2.354	0.183	2.667	0.122	2.981	0.078	3.287	—	—
15	0.811	1.070	0.700	1.252	0.591	1.464	0.488	1.704	0.391	1.967	0.303	2.244	0.226	2.530	0.161	2.817	0.107	3.101	0.068	3.374
16	0.844	1.086	0.737	1.252	0.633	1.446	0.532	1.663	0.437	1.900	0.349	2.153	0.269	2.416	0.200	2.681	0.142	2.944	0.094	3.201
17	0.874	1.102	0.772	1.255	0.672	1.432	0.574	1.630	0.480	1.847	0.393	2.078	0.313	2.319	0.241	2.566	0.179	2.811	0.127	3.053
18	0.902	1.118	0.805	1.259	0.708	1.422	0.613	1.604	0.522	1.803	0.435	2.015	0.355	2.238	0.282	2.467	0.216	2.697	0.160	2.925
19	0.928	1.132	0.835	1.265	0.742	1.415	0.650	1.584	0.561	1.767	0.476	1.963	0.396	2.169	0.322	2.381	0.255	2.597	0.196	2.813
20	0.952	1.147	0.863	1.271	0.773	1.411	0.685	1.567	0.598	1.737	0.515	1.918	0.436	2.110	0.362	2.308	0.294	2.510	0.232	2.714
21	0.975	1.161	0.890	1.277	0.803	1.408	0.718	1.554	0.633	1.712	0.552	1.881	0.474	2.059	0.400	2.244	0.331	2.434	0.268	2.625
22	0.997	1.174	0.914	1.284	0.831	1.407	0.748	1.543	0.667	1.691	0.587	1.849	0.510	2.015	0.437	2.188	0.368	2.367	0.304	2.548
23	1.018	1.187	0.938	1.291	0.858	1.407	0.777	1.534	0.698	1.673	0.620	1.821	0.545	1.977	0.473	2.140	0.404	2.308	0.340	2.479
24	1.037	1.199	0.960	1.298	0.882	1.407	0.805	1.528	0.728	1.658	0.652	1.797	0.578	1.944	0.507	2.097	0.439	2.255	0.375	2.417
25	1.055	1.211	0.981	1.305	0.906	1.409	0.831	1.523	0.756	1.645	0.682	1.766	0.610	1.915	0.540	2.059	0.473	2.209	0.409	2.362
26	1.072	1.222	1.001	1.312	0.928	1.411	0.855	1.518	0.783	1.635	0.711	1.759	0.640	1.889	0.572	2.026	0.505	2.168	0.441	2.313
27	1.089	1.233	1.019	1.319	0.949	1.413	0.878	1.515	0.808	1.626	0.738	1.743	0.669	1.867	0.602	1.997	0.536	2.131	0.473	2.269
28	1.104	1.244	1.037	1.325	0.969	1.415	0.900	1.513	0.832	1.618	0.764	1.729	0.696	1.847	0.630	1.970	0.566	2.098	0.504	2.229
29	1.119	1.254	1.054	1.332	0.988	1.418	0.921	1.512	0.855	1.611	0.788	1.718	0.723	1.830	0.658	1.947	0.595	2.068	0.533	2.193
30	1.133	1.263	1.070	1.339	1.006	1.421	0.941	1.511	0.877	1.606	0.812	1.707	0.748	1.814	0.684	1.925	0.622	2.041	0.562	2.160
31	1.147	1.273	1.085	1.345	1.023	1.425	0.960	1.510	0.897	1.601	0.834	1.698	0.772	1.800	0.710	1.906	0.649	2.017	0.589	2.131
32	1.160	1.282	1.100	1.352	1.040	1.428	0.979	1.510	0.917	1.597	0.856	1.690	0.794	1.788	0.734	1.889	0.674	1.995	0.615	2.104
33	1.172	1.291	1.114	1.358	1.055	1.432	0.996	1.510	0.936	1.594	0.876	1.683	0.816	1.776	0.757	1.874	0.698	1.975	0.641	2.080
34	1.184	1.299	1.128	1.364	1.070	1.435	1.012	1.511	0.954	1.591	0.896	1.677	0.837	1.766	0.779	1.860	0.722	1.957	0.665	2.057
35	1.195	1.307	1.140	1.370	1.085	1.439	1.028	1.512	0.971	1.589	0.914	1.671	0.857	1.757	0.800	1.847	0.744	1.940	0.689	2.037
36	1.206	1.315	1.153	1.376	1.098	1.442	1.043	1.513	0.988	1.588	0.932	1.666	0.877	1.749	0.821	1.836	0.766	1.925	0.711	2.018
37	1.217	1.323	1.165	1.382	1.112	1.446	1.058	1.514	1.004	1.586	0.950	1.662	0.895	1.742	0.841	1.825	0.787	1.911	0.733	2.001

APPENDIX 4 (Continued)

n	k' = 1		k' = 2		k' = 3		k' = 4		k' = 5		k' = 6		k' = 7		k' = 8		k' = 9		k' = 10	
	dL	dU	dL	dU	dL	dU	dL	dU	dL	dU	dL	dU	dL	dU	dL	dU	dL	dU	dL	dU
38	1.227	1.330	1.176	1.388	1.124	1.449	1.072	1.515	1.019	1.585	0.966	1.658	0.913	1.735	0.860	1.816	0.807	1.899	0.754	1.985
39	1.237	1.337	1.187	1.393	1.137	1.453	1.085	1.517	1.034	1.584	0.982	1.655	0.930	1.729	0.878	1.807	0.826	1.887	0.774	1.970
40	1.246	1.344	1.198	1.398	1.148	1.457	1.098	1.518	1.048	1.584	0.997	1.652	0.946	1.724	0.895	1.799	0.844	1.876	0.789	1.956
45	1.288	1.376	1.245	1.423	1.201	1.474	1.156	1.528	1.111	1.584	1.065	1.643	1.019	1.704	0.974	1.768	0.927	1.834	0.881	1.902
50	1.324	1.403	1.285	1.446	1.245	1.491	1.205	1.538	1.164	1.587	1.123	1.639	1.081	1.692	1.039	1.748	0.997	1.805	0.955	1.864
55	1.356	1.427	1.320	1.466	1.284	1.506	1.247	1.548	1.209	1.592	1.172	1.638	1.134	1.685	1.095	1.734	1.057	1.785	1.018	1.837
60	1.383	1.449	1.350	1.484	1.317	1.520	1.283	1.558	1.249	1.598	1.214	1.639	1.179	1.682	1.144	1.726	1.108	1.771	1.072	1.817
65	1.407	1.468	1.377	1.500	1.346	1.534	1.315	1.568	1.283	1.604	1.251	1.642	1.218	1.680	1.186	1.720	1.153	1.761	1.120	1.802
70	1.429	1.485	1.400	1.515	1.372	1.546	1.343	1.578	1.313	1.611	1.283	1.645	1.253	1.680	1.223	1.716	1.192	1.754	1.162	1.792
75	1.448	1.501	1.422	1.529	1.395	1.557	1.368	1.587	1.340	1.617	1.313	1.646	1.284	1.682	1.256	1.716	1.227	1.746	1.199	1.785
80	1.466	1.515	1.441	1.541	1.416	1.568	1.390	1.595	1.364	1.624	1.338	1.653	1.312	1.683	1.285	1.714	1.259	1.745	1.232	1.777
85	1.482	1.528	1.458	1.553	1.435	1.578	1.411	1.603	1.386	1.630	1.362	1.657	1.337	1.685	1.312	1.714	1.287	1.743	1.262	1.773
90	1.496	1.540	1.474	1.563	1.452	1.587	1.429	1.611	1.406	1.636	1.383	1.661	1.360	1.687	1.336	1.714	1.312	1.741	1.288	1.769
95	1.510	1.552	1.489	1.573	1.468	1.596	1.446	1.618	1.425	1.642	1.403	1.666	1.381	1.690	1.358	1.715	1.336	1.741	1.313	1.767
100	1.522	1.562	1.503	1.583	1.482	1.604	1.462	1.625	1.441	1.647	1.421	1.670	1.400	1.693	1.378	1.717	1.357	1.741	1.335	1.765
150	1.611	1.637	1.598	1.651	1.584	1.665	1.571	1.679	1.557	1.693	1.543	1.708	1.530	1.722	1.515	1.737	1.501	1.752	1.486	1.767
200	1.664	1.684	1.653	1.693	1.643	1.704	1.633	1.715	1.623	1.725	1.613	1.735	1.603	1.746	1.592	1.755	1.582	1.768	1.571	1.779
n	k' = 11		k' = 12		k' = 13		k' = 14		k' = 15		k' = 16		k' = 17		k' = 18		k' = 19		k' = 20	
	dL	dU	dL	dU	dL	dU	dL	dU	dL	dU	dL	dU	dL	dU	dL	dU	dL	dU	dL	dU
16	0.060	3.446	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17	0.084	3.286	0.053	3.506	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	0.113	3.146	0.075	3.358	0.047	3.557	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19	0.145	3.023	0.102	3.227	0.067	3.420	0.043	3.601	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	0.178	2.914	0.131	3.109	0.092	3.297	0.061	3.474	0.038	3.639	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21	0.212	2.817	0.162	3.004	0.119	3.185	0.084	3.358	0.055	3.521	0.035	3.671	—	—	—	—	—	—	—	—
22	0.246	2.729	0.194	2.909	0.148	3.084	0.109	3.252	0.077	3.412	0.050	3.562	0.032	3.700	—	—	—	—	—	—
23	0.281	2.651	0.227	2.822	0.178	2.991	0.136	3.155	0.100	3.311	0.070	3.459	0.046	3.597	0.029	3.725	—	—	—	—
24	0.315	2.580	0.260	2.744	0.209	2.906	0.165	3.065	0.125	3.218	0.092	3.363	0.065	3.501	0.043	3.629	0.027	3.747	—	—

Source: N. E. Savin and K. J. White, "The Durbin-Watson Test for Serial Correlation with Extreme Sample Sizes of Many Regressors," *Econometrica*, 45(8), Nov. 1977, pp. 1992-1995.

*k' is the number of regressors excluding the intercept.

Durbin-Watson Statistic: 1 Percent Significance Points of dL and dU ^a

n	$k' = 11$		$k' = 12$		$k' = 13$		$k' = 14$		$k' = 15$		$k' = 16$		$k' = 17$		$k' = 18$		$k' = 19$		$k' = 20$	
	dL	dU	dL	dU	dL	dU	dL	dU	dL	dU	dL	dU	dL	dU	dL	dU	dL	dU	dL	dU
25	0.348	2.517	0.292	2.674	0.240	2.829	0.194	2.982	0.152	3.131	0.116	3.274	0.085	3.410	0.060	3.538	0.039	3.657	0.025	3.766
26	0.381	2.460	0.324	2.610	0.272	2.758	0.224	2.906	0.180	3.050	0.141	3.191	0.107	3.325	0.079	3.452	0.055	3.572	0.036	3.682
27	0.413	2.409	0.356	2.552	0.303	2.694	0.253	2.836	0.208	2.976	0.167	3.113	0.131	3.245	0.100	3.371	0.073	3.490	0.051	3.602
28	0.444	2.363	0.387	2.499	0.333	2.635	0.283	2.772	0.237	2.907	0.194	3.040	0.156	3.169	0.122	3.294	0.093	3.412	0.068	3.524
29	0.474	2.321	0.417	2.451	0.363	2.582	0.313	2.713	0.266	2.843	0.222	2.972	0.182	3.098	0.146	3.220	0.114	3.338	0.087	3.450
30	0.503	2.283	0.447	2.407	0.393	2.533	0.342	2.659	0.294	2.785	0.249	2.909	0.208	3.032	0.171	3.152	0.137	3.267	0.107	3.379
31	0.531	2.248	0.475	2.367	0.422	2.487	0.371	2.609	0.322	2.730	0.277	2.851	0.234	2.970	0.196	3.087	0.160	3.201	0.128	3.311
32	0.558	2.216	0.503	2.330	0.450	2.446	0.399	2.563	0.350	2.680	0.304	2.797	0.261	2.912	0.221	3.026	0.184	3.137	0.151	3.246
33	0.585	2.187	0.530	2.296	0.477	2.408	0.426	2.520	0.377	2.633	0.331	2.746	0.287	2.858	0.246	2.969	0.209	3.078	0.174	3.184
34	0.610	2.160	0.556	2.266	0.503	2.373	0.452	2.481	0.404	2.590	0.357	2.699	0.313	2.808	0.272	2.915	0.233	3.022	0.197	3.126
35	0.634	2.136	0.581	2.237	0.529	2.340	0.478	2.444	0.430	2.550	0.383	2.655	0.339	2.761	0.297	2.865	0.257	2.969	0.221	3.071
36	0.658	2.113	0.605	2.210	0.554	2.310	0.504	2.410	0.455	2.512	0.409	2.614	0.364	2.717	0.322	2.818	0.282	2.919	0.244	3.019
37	0.680	2.092	0.628	2.186	0.578	2.282	0.528	2.379	0.480	2.477	0.434	2.576	0.389	2.675	0.347	2.774	0.306	2.872	0.268	2.969
38	0.702	2.073	0.651	2.164	0.601	2.256	0.552	2.350	0.504	2.445	0.458	2.540	0.414	2.637	0.371	2.733	0.330	2.828	0.291	2.923
39	0.723	2.055	0.673	2.143	0.623	2.232	0.575	2.323	0.528	2.414	0.482	2.507	0.438	2.600	0.395	2.694	0.354	2.787	0.315	2.879
40	0.744	2.039	0.694	2.123	0.645	2.210	0.597	2.297	0.551	2.386	0.505	2.476	0.461	2.566	0.418	2.657	0.377	2.748	0.338	2.838
45	0.835	1.972	0.790	2.044	0.744	2.118	0.700	2.193	0.655	2.269	0.612	2.346	0.570	2.424	0.528	2.503	0.488	2.582	0.448	2.661
50	0.913	1.925	0.871	1.987	0.829	2.051	0.787	2.116	0.746	2.182	0.705	2.250	0.665	2.318	0.625	2.387	0.586	2.456	0.548	2.526
55	0.979	1.891	0.940	1.945	0.902	2.002	0.863	2.059	0.825	2.117	0.786	2.176	0.748	2.237	0.711	2.298	0.674	2.359	0.637	2.421
60	1.037	1.865	1.001	1.914	0.965	1.964	0.929	2.015	0.893	2.067	0.857	2.120	0.822	2.173	0.786	2.227	0.751	2.283	0.716	2.338
65	1.087	1.845	1.053	1.889	1.020	1.934	0.986	1.980	0.953	2.027	0.919	2.075	0.886	2.123	0.852	2.172	0.819	2.221	0.786	2.272
70	1.131	1.831	1.099	1.870	1.068	1.911	1.037	1.953	1.005	1.995	0.974	2.038	0.943	2.082	0.911	2.127	0.880	2.172	0.849	2.217
75	1.170	1.819	1.141	1.856	1.111	1.893	1.082	1.931	1.052	1.970	1.023	2.009	0.993	2.049	0.964	2.090	0.934	2.131	0.905	2.172
80	1.205	1.810	1.177	1.844	1.150	1.878	1.122	1.913	1.094	1.949	1.066	1.984	1.039	2.022	1.011	2.057	0.983	2.097	0.955	2.135
85	1.236	1.803	1.210	1.834	1.184	1.866	1.158	1.898	1.132	1.931	1.106	1.965	1.080	1.999	1.053	2.033	1.027	2.068	1.000	2.104
90	1.264	1.798	1.240	1.827	1.215	1.856	1.191	1.886	1.166	1.917	1.141	1.948	1.116	1.979	1.091	2.012	1.066	2.044	1.041	2.077
95	1.290	1.793	1.267	1.821	1.244	1.848	1.221	1.876	1.197	1.905	1.174	1.934	1.150	1.963	1.126	1.993	1.102	2.023	1.079	2.054
100	1.314	1.790	1.292	1.816	1.270	1.841	1.248	1.868	1.225	1.895	1.203	1.922	1.181	1.949	1.158	1.977	1.136	2.006	1.113	2.034
150	1.473	1.783	1.458	1.799	1.444	1.814	1.429	1.830	1.414	1.847	1.400	1.863	1.385	1.880	1.370	1.897	1.355	1.913	1.340	1.931
200	1.561	1.791	1.550	1.801	1.539	1.813	1.528	1.824	1.518	1.836	1.507	1.847	1.495	1.860	1.484	1.871	1.474	1.883	1.462	1.896

Source: N. E. Savin and K. J. White, "The Durbin-Watson Test for Serial Correlation with Extreme Sample Sizes of Many Regressors," *Econometrica*, 45(8), Nov. 1977, pp. 1992-1995.

^a k' is the number of regressors excluding the intercept.

APPENDIX 5

Durbin-Watson Statistic: 5 Percent Significance of Points of dL and dU^a

n	$k' = 1$		$k' = 2$		$k' = 3$		$k' = 4$		$k' = 5$		$k' = 6$		$k' = 7$		$k' = 8$		$k' = 9$		$k' = 10$	
	dL	dU	dL	dU	dL	dU	dL	dU	dL	dU	dL	dU	dL	dU	dL	dU	dL	dU	dL	dU
6	0.610	1.400	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	0.700	1.356	0.467	1.896	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	0.763	1.332	0.559	1.777	0.368	2.287	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	0.824	1.320	0.629	1.699	0.455	2.128	0.296	2.588	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	0.879	1.320	0.697	1.641	0.525	2.016	0.376	2.414	0.243	2.822	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	0.927	1.324	0.758	1.604	0.595	1.928	0.444	2.283	0.316	2.645	0.203	3.005	—	—	—	—	—	—	—	—
12	0.971	1.331	0.812	1.579	0.658	1.864	0.512	2.177	0.379	2.506	0.268	2.832	0.171	3.149	—	—	—	—	—	—
13	1.010	1.340	0.861	1.562	0.715	1.816	0.574	2.094	0.445	2.390	0.328	2.692	0.230	2.985	0.147	3.266	—	—	—	—
14	1.045	1.350	0.905	1.551	0.767	1.779	0.632	2.030	0.505	2.296	0.389	2.572	0.286	2.848	0.200	3.111	0.127	3.360	—	—
15	1.077	1.361	0.946	1.543	0.814	1.750	0.685	1.977	0.562	2.220	0.447	2.472	0.343	2.727	0.251	2.979	0.175	3.216	0.111	3.438
16	1.106	1.371	0.982	1.539	0.857	1.728	0.734	1.935	0.615	2.157	0.502	2.388	0.398	2.624	0.304	2.860	0.222	3.090	0.155	3.304
17	1.133	1.381	1.015	1.536	0.897	1.710	0.779	1.900	0.664	2.104	0.554	2.318	0.451	2.537	0.356	2.757	0.272	2.975	0.198	3.184
18	1.158	1.391	1.046	1.535	0.933	1.696	0.820	1.872	0.710	2.060	0.603	2.257	0.502	2.461	0.407	2.667	0.321	2.873	0.244	3.073
19	1.180	1.401	1.074	1.536	0.967	1.685	0.859	1.848	0.752	2.023	0.649	2.206	0.459	2.396	0.456	2.589	0.369	2.783	0.290	2.974
20	1.201	1.411	1.100	1.537	0.998	1.676	0.894	1.828	0.792	1.991	0.692	2.162	0.595	2.339	0.502	2.521	0.416	2.704	0.336	2.885
21	1.221	1.420	1.125	1.538	1.026	1.669	0.927	1.812	0.829	1.964	0.732	2.124	0.637	2.290	0.547	2.460	0.461	2.633	0.380	2.806
22	1.239	1.429	1.147	1.541	1.053	1.664	0.958	1.797	0.863	1.940	0.769	2.090	0.677	2.246	0.588	2.407	0.504	2.571	0.424	2.734
23	1.257	1.437	1.168	1.543	1.078	1.660	0.986	1.785	0.895	1.920	0.804	2.061	0.715	2.208	0.628	2.360	0.545	2.514	0.465	2.670
24	1.273	1.446	1.188	1.546	1.101	1.656	1.013	1.775	0.925	1.902	0.837	2.035	0.751	2.174	0.666	2.318	0.584	2.464	0.506	2.613
25	1.288	1.454	1.206	1.550	1.123	1.654	1.038	1.767	0.953	1.886	0.868	2.012	0.784	2.144	0.702	2.280	0.621	2.419	0.544	2.560
26	1.302	1.461	1.224	1.553	1.143	1.652	1.062	1.759	0.979	1.873	0.897	1.992	0.816	2.117	0.735	2.246	0.657	2.379	0.581	2.513
27	1.316	1.469	1.240	1.556	1.162	1.651	1.084	1.753	1.004	1.861	0.925	1.974	0.845	2.093	0.767	2.216	0.691	2.342	0.616	2.470
28	1.328	1.476	1.255	1.560	1.181	1.650	1.104	1.747	1.028	1.850	0.951	1.958	0.874	2.071	0.798	2.188	0.723	2.309	0.650	2.431
29	1.341	1.483	1.270	1.563	1.198	1.650	1.124	1.743	1.050	1.841	0.975	1.944	0.900	2.052	0.826	2.164	0.753	2.278	0.682	2.396
30	1.352	1.489	1.284	1.567	1.214	1.650	1.143	1.739	1.071	1.833	0.998	1.931	0.926	2.034	0.854	2.141	0.782	2.251	0.712	2.363
31	1.363	1.496	1.297	1.570	1.229	1.650	1.160	1.735	1.090	1.825	1.020	1.920	0.950	2.018	0.879	2.120	0.810	2.226	0.741	2.333
32	1.373	1.502	1.309	1.574	1.244	1.650	1.177	1.732	1.109	1.819	1.041	1.909	0.972	2.004	0.904	2.102	0.836	2.203	0.769	2.306
33	1.383	1.508	1.321	1.577	1.258	1.651	1.193	1.730	1.127	1.813	1.061	1.900	0.994	1.991	0.927	2.085	0.861	2.181	0.795	2.281
34	1.393	1.514	1.333	1.580	1.271	1.652	1.208	1.728	1.144	1.808	1.080	1.891	1.015	1.979	0.950	2.069	0.885	2.162	0.821	2.257
35	1.402	1.519	1.343	1.584	1.283	1.653	1.222	1.726	1.160	1.803	1.097	1.884	1.034	1.967	0.971	2.054	0.908	2.144	0.845	2.236
36	1.411	1.525	1.354	1.587	1.295	1.654	1.236	1.724	1.175	1.799	1.114	1.877	1.053	1.957	0.991	2.041	0.930	2.127	0.868	2.216
37	1.419	1.530	1.364	1.590	1.307	1.655	1.249	1.723	1.190	1.795	1.131	1.870	1.071	1.948	1.011	2.029	0.951	2.112	0.891	2.198

APPENDIX 5 (Continued)

n	k' = 1		k' = 2		k' = 3		k' = 4		k' = 5		k' = 6		k' = 7		k' = 8		k' = 9		k' = 10	
	dL	dU	dL	dU	dL	dU	dL	dU	dL	dU	dL	dU	dL	dU	dL	dU	dL	dU	dL	dU
38	1.427	1.535	1.373	1.594	1.318	1.656	1.261	1.722	1.204	1.792	1.146	1.864	1.088	1.939	1.029	2.017	0.970	2.098	0.912	2.180
39	1.435	1.540	1.382	1.597	1.328	1.658	1.273	1.722	1.218	1.789	1.161	1.859	1.104	1.932	1.047	2.007	0.990	2.085	0.932	2.164
40	1.442	1.544	1.391	1.600	1.338	1.659	1.285	1.721	1.230	1.786	1.175	1.854	1.120	1.924	1.064	1.997	1.008	2.072	0.945	2.149
45	1.475	1.566	1.430	1.615	1.383	1.666	1.336	1.720	1.287	1.776	1.238	1.835	1.189	1.895	1.139	1.958	1.089	2.002	1.038	2.088
50	1.503	1.585	1.462	1.628	1.421	1.674	1.378	1.721	1.355	1.771	1.291	1.822	1.246	1.875	1.201	1.930	1.156	1.986	1.110	2.044
55	1.528	1.601	1.490	1.641	1.452	1.681	1.414	1.724	1.374	1.768	1.334	1.814	1.294	1.861	1.253	1.909	1.212	1.959	1.170	2.010
60	1.549	1.616	1.514	1.652	1.480	1.689	1.444	1.727	1.408	1.767	1.372	1.808	1.335	1.850	1.298	1.894	1.260	1.939	1.222	1.984
65	1.567	1.629	1.536	1.662	1.503	1.696	1.471	1.731	1.438	1.767	1.404	1.805	1.370	1.843	1.336	1.882	1.301	1.923	1.266	1.964
70	1.583	1.641	1.554	1.672	1.525	1.703	1.494	1.735	1.464	1.768	1.433	1.802	1.401	1.837	1.369	1.873	1.337	1.910	1.305	1.948
75	1.598	1.652	1.571	1.680	1.543	1.709	1.515	1.739	1.487	1.770	1.458	1.801	1.428	1.834	1.399	1.867	1.369	1.901	1.339	1.935
80	1.611	1.662	1.586	1.688	1.560	1.715	1.534	1.743	1.507	1.772	1.480	1.801	1.453	1.831	1.425	1.861	1.397	1.893	1.369	1.925
85	1.624	1.671	1.600	1.696	1.575	1.721	1.550	1.747	1.525	1.774	1.500	1.801	1.474	1.829	1.448	1.857	1.422	1.886	1.396	1.916
90	1.635	1.679	1.612	1.703	1.589	1.726	1.566	1.751	1.542	1.776	1.518	1.801	1.494	1.827	1.469	1.854	1.445	1.881	1.420	1.909
95	1.645	1.687	1.623	1.709	1.602	1.732	1.579	1.755	1.557	1.778	1.535	1.802	1.512	1.827	1.489	1.852	1.465	1.877	1.442	1.903
100	1.654	1.694	1.634	1.715	1.613	1.736	1.592	1.758	1.571	1.780	1.550	1.803	1.528	1.826	1.506	1.850	1.484	1.874	1.462	1.898
150	1.720	1.746	1.706	1.760	1.693	1.774	1.679	1.788	1.665	1.802	1.651	1.817	1.637	1.832	1.622	1.847	1.608	1.862	1.594	1.877
200	1.758	1.778	1.748	1.789	1.738	1.799	1.728	1.810	1.718	1.820	1.707	1.831	1.697	1.841	1.686	1.852	1.675	1.863	1.665	1.874

n	k' = 11		k' = 12		k' = 13		k' = 14		k' = 15		k' = 16		k' = 17		k' = 18		k' = 19		k' = 20	
	dL	dU	dL	dU	dL	dU	dL	dU	dL	dU	dL	dU	dL	dU	dL	dU	dL	dU	dL	dU
16	0.098	3.503	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17	0.138	3.378	0.087	3.557	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	0.177	3.265	0.123	3.441	0.078	3.603	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19	0.220	3.159	0.160	3.335	0.111	3.496	0.070	3.642	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	0.263	3.063	0.200	3.234	0.145	3.395	0.100	3.542	0.063	3.676	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21	0.307	2.976	0.240	3.141	0.182	3.300	0.132	3.448	0.091	3.583	0.058	3.705	—	—	—	—	—	—	—	—
22	0.349	2.897	0.281	3.057	0.220	3.211	0.166	3.358	0.120	3.495	0.083	3.619	0.052	3.731	—	—	—	—	—	—
23	0.391	2.826	0.322	2.979	0.259	3.128	0.202	3.272	0.153	3.409	0.110	3.535	0.076	3.650	0.048	3.753	—	—	—	—
24	0.431	2.761	0.362	2.908	0.297	3.053	0.239	3.193	0.186	3.327	0.141	3.454	0.101	3.572	0.070	3.678	0.044	3.773	—	—

Source: N. E. Savin and K. J. White, "The Durbin-Watson Test for Serial Correlation with Extreme Sample Sizes of Many Regressors," *Econometrica*, 45(8), Nov. 1977, pp. 1992-1995.

*k' is the number of regressors excluding the intercept.

13191
KAN

APPENDIX 5 (Continued)

Durbin-Watson Statistic: 5 Percent Significance of Points of dL and dU^a

n	$k' = 11$		$k' = 12$		$k' = 13$		$k' = 14$		$k' = 15$		$k' = 16$		$k' = 17$		$k' = 18$		$k' = 19$		$k' = 20$	
	dL	dU	dL	dU	dL	dU	dL	dU	dL	dU	dL	dU	dL	dU	dL	dU	dL	dU	dL	dU
25	0.470	2.702	0.400	2.844	0.335	2.983	0.275	3.119	0.221	3.251	0.172	3.376	0.130	4.494	0.094	3.604	0.065	3.702	0.041	3.790
26	0.508	2.649	0.438	2.784	0.373	2.919	0.312	3.051	0.256	3.179	0.205	3.303	0.160	3.420	0.120	3.531	0.087	3.632	0.060	3.724
27	0.544	2.600	0.475	2.730	0.409	2.859	0.348	2.987	0.291	3.112	0.238	3.233	0.191	3.349	0.149	3.460	0.112	3.563	0.081	3.658
28	0.578	2.555	0.510	2.680	0.445	2.805	0.383	2.928	0.325	3.050	0.271	3.168	0.222	3.283	0.178	3.392	0.138	3.495	0.104	3.592
29	0.612	2.515	0.544	2.634	0.479	2.755	0.418	2.874	0.359	2.992	0.305	3.107	0.254	3.219	0.208	3.327	0.166	3.431	0.129	3.528
30	0.643	2.477	0.577	2.592	0.512	2.708	0.451	2.823	0.392	2.937	0.337	3.050	0.286	3.160	0.238	3.266	0.195	3.368	0.156	3.465
31	0.674	2.443	0.608	2.553	0.545	2.665	0.484	2.776	0.425	2.987	0.370	2.996	0.317	3.103	0.269	3.208	0.224	3.309	0.183	3.406
32	0.703	2.411	0.638	2.517	0.576	2.625	0.515	2.733	0.457	2.840	0.401	2.946	0.349	3.050	0.299	3.153	0.253	3.252	0.211	3.348
33	0.731	2.382	0.668	2.484	0.606	2.588	0.546	2.692	0.488	2.796	0.432	2.899	0.379	3.000	0.329	3.100	0.283	3.198	0.239	3.293
34	0.758	2.355	0.695	2.454	0.634	2.554	0.575	2.654	0.518	2.754	0.462	2.854	0.409	2.954	0.359	3.051	0.312	3.147	0.267	3.240
35	0.783	2.330	0.722	2.425	0.662	2.521	0.604	2.619	0.547	2.716	0.492	2.813	0.439	2.910	0.388	3.005	0.340	3.099	0.295	3.190
36	0.808	2.306	0.748	2.398	0.689	2.492	0.631	2.586	0.575	2.680	0.520	2.774	0.467	2.868	0.417	2.961	0.369	3.053	0.323	3.142
37	0.831	2.285	0.772	2.374	0.714	2.464	0.657	2.555	0.602	2.646	0.548	2.738	0.495	2.829	0.445	2.920	0.397	3.009	0.351	3.097
38	0.854	2.265	0.796	2.351	0.739	2.438	0.683	2.526	0.628	2.614	0.575	2.703	0.522	2.792	0.472	2.880	0.424	2.968	0.378	3.054
39	0.875	2.246	0.819	2.329	0.763	2.413	0.707	2.499	0.653	2.585	0.600	2.671	0.549	2.757	0.499	2.843	0.451	2.929	0.404	3.013
40	0.896	2.228	0.840	2.309	0.785	2.391	0.731	2.473	0.678	2.557	0.626	2.641	0.575	2.724	0.525	2.808	0.477	2.892	0.430	2.974
45	0.988	2.156	0.938	2.225	0.887	2.296	0.838	2.367	0.788	2.439	0.740	2.512	0.692	2.586	0.644	2.659	0.598	2.733	0.553	2.807
50	1.064	2.103	1.019	2.163	0.973	2.225	0.927	2.287	0.882	2.350	0.836	2.414	0.792	2.479	0.747	2.544	0.703	2.610	0.660	2.675
55	1.129	2.062	1.087	2.116	1.045	2.170	1.003	2.225	0.961	2.281	0.919	2.338	0.877	2.396	0.836	2.454	0.795	2.512	0.754	2.571
60	1.184	2.031	1.145	2.079	1.106	2.127	1.068	2.177	1.029	2.227	0.990	2.278	0.951	2.330	0.913	2.382	0.874	2.434	0.836	2.487
65	1.231	2.006	1.195	2.049	1.160	2.093	1.124	2.138	1.088	2.183	1.052	2.229	1.016	2.276	0.980	2.323	0.944	2.371	0.908	2.419
70	1.272	1.986	1.239	2.026	1.206	2.066	1.172	2.106	1.139	2.148	1.105	2.189	1.072	2.232	1.038	2.275	1.005	2.318	0.971	2.362
75	1.308	1.970	1.277	2.006	1.247	2.043	1.215	2.080	1.184	2.118	1.153	2.156	1.121	2.195	1.090	2.235	1.058	2.275	1.027	2.315
80	1.340	1.957	1.311	1.991	1.283	2.024	1.253	2.059	1.224	2.093	1.195	2.129	1.165	2.165	1.136	2.201	1.106	2.238	1.076	2.275
85	1.369	1.946	1.342	1.977	1.315	2.009	1.287	2.040	1.260	2.073	1.232	2.105	1.205	2.139	1.177	2.172	1.149	2.206	1.121	2.241
90	1.395	1.937	1.369	1.966	1.344	1.995	1.318	2.025	1.292	2.055	1.266	2.085	1.240	2.116	1.213	2.148	1.187	2.179	1.160	2.211
95	1.418	1.929	1.394	1.956	1.370	1.984	1.345	2.012	1.321	2.040	1.296	2.068	1.271	2.097	1.247	2.126	1.222	2.156	1.197	2.186
100	1.434	1.923	1.416	1.948	1.393	1.974	1.371	2.000	1.347	2.026	1.324	2.053	1.301	2.080	1.277	2.108	1.253	2.135	1.229	2.164
150	1.579	1.892	1.564	1.908	1.550	1.924	1.535	1.940	1.519	1.956	1.504	1.972	1.489	1.989	1.474	2.006	1.458	2.023	1.443	2.040
200	1.654	1.885	1.643	1.896	1.632	1.908	1.621	1.919	1.610	1.931	1.599	1.943	1.588	1.955	1.576	1.967	1.565	1.979	1.554	1.991

Source: N. E. Savin and K. J. White, "The Durbin-Watson Test for Serial Correlation with Extreme Sample Sizes of Many Regressors," *Econometrica*, 45(8), Nov. 1977, pp. 1992-1995.

^a k' is the number of regressors excluding the intercept.